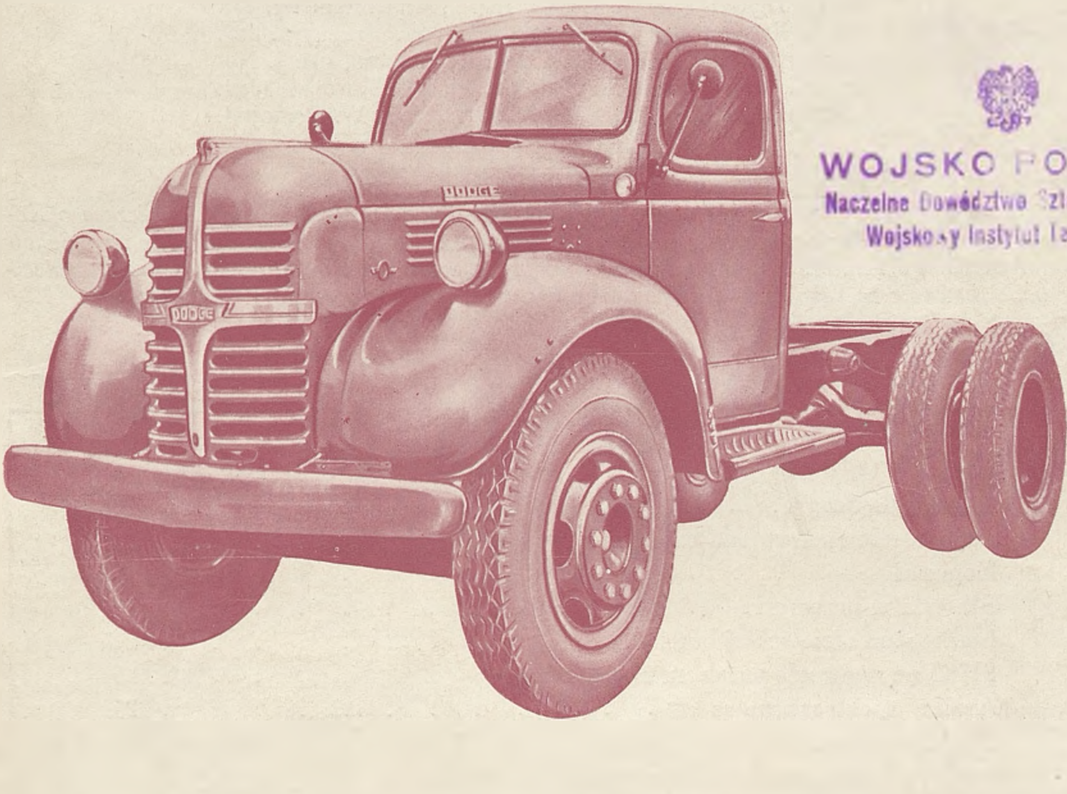
PRZEGLĄD MOTORYZACYJNY

THE POLISH MOTOR DIGEST



EDINBURGH Nr. 20 PAŹDZIERNIK 1946
WYDAWNICTWO SEKCJI MOTORYZACYJNEJ STOWARZYSZENIA
TECHNIKÓW POLSKICH W WIELKIEJ BRYTANII

W związku z opuszczeniem przez Kolegę Tadeusza Żylińskiego stanowiska przewodniczącego Komitetu Redakcyjno-Wydawniczego „Przeglądu Motoryzacyjnego", zarząd Koła Szkockiego Sekcji Motoryzacyjnej S.T.P. oraz Komitet Redakcyjny „Przeglądu" składają Kol. Żylińskiemu serdeczne podziękowanie za cały trud i inicjatywę włożoną w pracę na tym stanowisku.

TREŚĆ NUMERU

PRZEGLĄD MOTORYZACYJNY

WYDAWNICTWO SEKCJI MOTORYZACYJNEJ STOWARZYSZENIA TECHNIKÓW POLSKICH W WIELKIEJ BRYTANII

Adres Redakcji i Administracji - Charleshill, near Aberdour, Fife, Gt. Britain

Cena numeru - 2/- **Prenumerata: Roczna (za rok 1946) - sh. 15/-**
Półroczna (lipiec-grudzień 1946) - sh. 9/-

Październik 1946r. Nr. 20

METALURGIA JEEP'A

*(R. F. Mather *), „Metallurgia", April and May, 1946.)*

Tłumaczył Inż. M. S. W., W. I. T.

Jednym z symbolów II Wojny Światowej jest wóz, zaprojektowany i wybudowany przez firmę „Willys-Overland" dla armii Stanów Zjednoczonych. Nazwany oficjalnie „$\frac{1}{4}$-tonowy wóz rozpoznawczy 4 × 4", jest powszechnie znany pod nazwą „Jeep". Opis metalurgii jego jest bardzo interesujący, a to dlatego, że wóz ten oceniono jako najbardziej udany wóz tej kategorii w Stanach Zjednoczonych. Nie wymagał on wielu zmian konstrukcji po kilkoletnim doświadczeniu służby w polu. Chociaż każdy producent samochodów kieruje się swoimi kryteriami w wyborze materiałów, to jednak artykuł poniższy powinien być wartościowy, chociażby tylko dlatego, że metalurgia Jeep'a dobrze obrazuje metody stosowane obecnie w Stanach Zjednoczonych.

Przed omówieniem metalurgii poszczególnych części Jeep'a nie od rzeczy będzie opisać sposób, w jaki odpowiednie materiały zostały dobrane. Podejście do zagadnienia wyboru materiałów jest takie same przy niemal wszystkich problemach tego rodzaju.

Pierwszą rzeczą przy wyborze materiałów i przy projektowaniu jest ustalenie wymagań, stawianych pojazdowi w normalnych warunkach pracy, naprzykład jeśli chodzi o zużycie i korozję. Wymagania te są co pewien czas rewidowane przy uwzględnieniu nowych, lepszych materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych, oraz wzrastających wymagań odbiorców. Zniszczenie części na skutek jej pęknięcia jest dziś w większości wozów zjawiskiem stosunkowo rzadkim, natomiast zagadnienia zużycia i korozji prawdopodobnie pozostaną tak długo jak długo będziemy budować samochody, chociaż te niedomagania są bezustannie i skutecznie zwalczane i ograniczane. Pośród głównych części, narażonych na zużycie, można wymienić tuleje cylindrowe, tłoki, pierścienie tłokowe, łożyska i zęby kół. Korozję zwalczamy stosując malowanie i powłoki metaliczne na odsłoniętych powierzchniach stalowych, grzybkach zaworów wylotowych oraz stykach przerywacza i rozdzielacza.

Trzeba zdecydować, przed opracowaniem wstępnego projektu, jak dalece należy wziąć pod uwagę anormalne warunki pracy. Naprzykład, ozdobna płyta chromowa, która w normalnych warunkach atmosferycznych wytrzyma szereg lat, może zacząć rdzewieć po paru miesiącach w wilgotnej lub słonej atmosferze, albo w powietrzu miejscowości fabrycznych. W czasie wojny pojazdy pracowały w warunkach dalece różniących się od warunków przewidzianych przez konstruktorów. Do szybszego ich niszczenia przyczyniały się, błoto, upały tropikalne, mrozy arktyczne, pustynne burze piaskowe, a na Pacyfiku — słona woda i wilgoć powietrza. Czynniki te atakowały pojazdy niesłychanie gwałtownie, przez co życie niektórych części składowych obliczone na miesiące lub lata, trwało kilka dni lub tygodni, chociaż pod innymi względami pojazdy zachowały się zadawalająco.

Ideałem wielu inżynierów byłoby coś takiego, co jak mówi bajka „byłoby zbudowane z takim obliczeniem, że mogłoby działać przez 100 lat z dokładnością do 1 dnia i po tym nagle rozpaść się wszystko równocześnie". Nie jest jednakże ani możliwe, ani też pożądane, by samochód tak pracował. W wielu przypadkach materiały, które ograniczyłyby do nieznanego stopnia zużycie i korozję części są nieosiągalne, niewykonalne lub pod pewnymi względami szkodliwe dla pracy wozu. Z drugiej strony nie ma zastrzeżeń by użyć takich materiałów, o ile nie przeszkadza to ani pracy wozu ani nie podraża kosztów produkcji. Ideałem w konstrukcji jest osiągnięcie maksimum zalet przy możliwie niskim koszcie produkcji. Jest to słuszne przy wstępnym projektowaniu, ale gdy przechodzimy do wykonania szczegółów, to musimy pamiętać o tym, by nasz projekt, skoro zostanie wprowadzony w życie, wykonał swoje zadanie należycie i to już bez żadnego kompromisu.

MATERIAŁY A KONSTRUKCJA

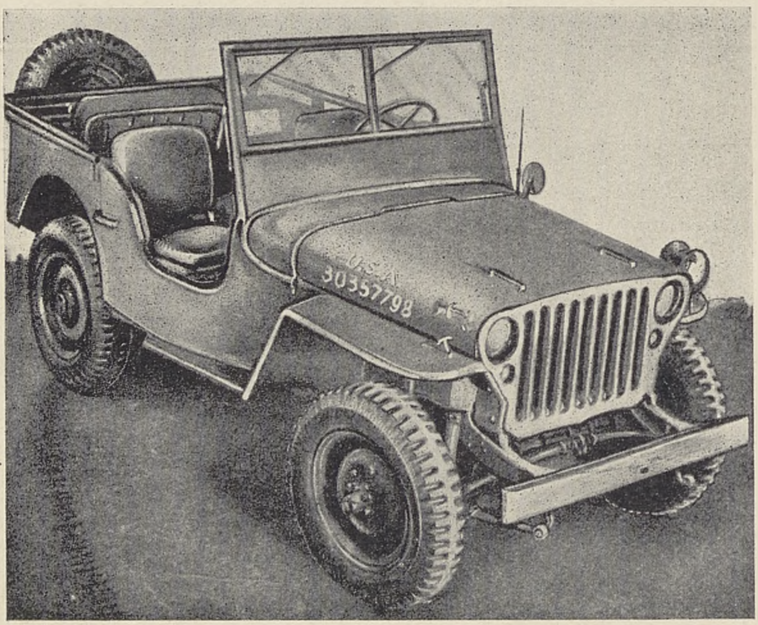
Co ma być wpierw wybrane, czy materiały czy też konstrukcja, to pozostaje tak samo sporne jak to, czy kurczę poprzedzało jajko czy też odwrotnie. Jeden czynnik jest funkcją drugiego w równaniach, służących do obliczania ostatecznego kosztu i wykonania założonego zadania. Jednakże można powiedzieć ogólnie, że przy

*) *Główny metalurg „Kaiser-Fraser Corporation".*

projektowaniu danej części konstruktor wie z góry z jakiego materiału chciałby ją wykonać. Jeśli jednak późniejsze doświadczenie pokazuje, że dana część jest zbyt słaba lub zbyt silna, to lepiej zmienić materiał, mając na widoku wymienność części i aby uniknąć zmiany narzędzi. Jeśli wytrzymałość jest zbyt niska, a nie ma lepszego materiału, może zajść potrzeba całkowitej zmiany konstrukcji danej części. Materiały i konstrukcja są tak ściśle ze sobą związane, że gdy zmienia się konstrukcję, to nie można zapomnieć o ewentualnej równoczesnej zmianie materiałów; może zajść potrzeba zastosowania materiału lepszego gatunku lub możliwość użycia gorszego gatunku.

Najczęściej za dopuszczalną wartość naprężeń w częściach wozów w czasie ich pracy przyjmuje się od ⅓ do ½ granicy płynności, zależnie od wielkości potrzebnego współczynnika bezpieczeństwa. Mniejsze znaczenie ma fakt, że wytrzymałość na zmęczenie wynosi mniej więcej połowę wytrzymałości na rozciąganie: trudno określić wpływ czynników powiększających naprężenia i tylko niewiele części musi wytrzymać 10 milionów okresów maksymalnego naprężenia w czasie życia pojazdu. Przy częściach ważniejszych, obliczenia są zazwyczaj tylko wstępem do wyczerpujących prób. W każdym przypadku, zagadnienia fabrykacji są równie ważne, a czasem decydujące.

Doświadczalne określenie naprężeń pozwala na sprawdzenie i uzupełnienie ich obliczeń i stosuje się szczególnie przy niskim współczynniku bezpieczeństwa. Dla doświadczalnego określenia naprężeń stosuje się modele fotoelastyczne, kruche powłoki lakierowe oraz oporowe elektryczne i indukcyjne magnetyczne sprawdziany odkształceń. Wykorzystując wyniki obu metod, doświadczalnej i matematycznej, uwzględnia się naprężenia szczątkowe, powstałe przy procesach fabrykacyjnych. Odlewanie, spawanie, obróbka maszynowa, obróbka na zimno i wszystkie rodzaje obróbki termicznej wywołują w pewnym stopniu wymienione naprężenia. Procesy, wywołujące naprężenia ściskające w powierzchniowej warstwie danej części, jak naprzykład azotowanie i śrutowanie stali, oraz wzmacnianie szkła są cennymi sposobami podwyższenia wytrzymałości.



PRÓBY

Gdy już ustalono wymagania, stawiane pojazdowi, oraz wybrano próbne materiały i konstrukcję, wiele części i zespołów poddaje się próbom, zanim rozpocznie się ich produkcję. Zakres prób jest tym większy im dana część jest ważniejsza i im bardziej się różni od dawnych wzorów. Ponieważ życie pojazdów jest obliczane na szereg lat, przeto przeprowadzenie próby w normalnych warunkach ich pracy jest zazwyczaj niemożliwe. Przeto wykonuje się próby terenowe, w hamowni i szereg innych, a dostosowuje się je do przewidywanych warunków pracy pojazdu. Naprzykład firma „Willys-Overland" poddaje próbom silniki i ich części składowe, pędząc je w hamowni przez 100 godzin na pełnym gazie, przy 4.400 obr/min, co mniej więcej odpowiada jeździe na przestrzeni 11.250 klm bez przerwy, przy szybkości 112 klm/godz. Często są potrzebne dodatkowe próby dla poszczególnych części silnika. Dalszym krokiem na drodze do skrócenia czasu prób jest ich uzależnienie od obliczonych naprężeń, oraz fizycznych i chemicznych własności materiału.

Przy wszelkich próbach, rodzaje usterek i defektów winny być zbliżone do tych, które zdarzają się w praktyce. Jeśli próba wykazuje, że uszkodzenie w jakiejś części stalowej należy przypisać uderzeniu, to zaleca się obniżenie twardości; jeżeli jednak w czasie pracy wozu zniszczenie powstało wskutek zmęczenia materiału, to bardziej skuteczne będzie podwyższenie twardości. Doświadczenie i pomysłowość są konieczne by ustalić odpowiednie próby, jak najbardziej odpowiadające warunkom, w jakich pojazd będzie pracować.

Zbyt wielkie przyśpieszanie prób wytrzymałości na zmęczenie może się okazać bardzo niebezpieczne. Na przykład, pędzenie silnika bez przerwy przy wielkiej szybkości, może określić wartość jego głównych łożysk z punktu widzenia wytrzymałości na zmęczenie, ale nie wykaże wrażliwości łożysk na korozję, wywołaną przez kwasowość oleju, która bywa wyższą w bardziej normalnych warunkach używania wozu z przerwami. Dalej próba odporności na korozję w komorze z rozpylanym roztworem soli nie zawsze odpowiada rzeczywistym warunkom. Próby zmęczeniowe muszą zazwyczaj być powtórzone co najmniej trzy razy (a często i więcej) w identycznych warunkach, a to ze względu na wielkie wahania w ich wynikach. Przy wykonywaniu porównawczych prób zachowania się w pracy dwóch gatunków stali, przeznaczonych na koła zębate przekładni, wykonanie, wykończenie powierzchni, smary i inne czynniki mające wpływ na ich pracę muszą być identyczne dla obu przekładni.

Za wady części, napotykane w czasie prób lub w pracy, często obwinia się materiały, a nie konstrukcję, produkcję lub montaż. W rezultacie stosuje się bardziej kosztowne materiały i to bez uzasadnionej przyczyny. Jeden z autorytetów w tej dziedzinie oświadczył, iż według jego doświadczenia, tylko 10% takich wad można było przypisać przyczynom metalurgicznym. Wyniki prób zarówno dla dobrych jak i nieodpowiednich części warto jest sprawdzić na zgodność z przepisami dla materiału. Dla kontroli części próbnych przed ich instalacją zaleca się stosować metodę „Magnaflux", lub inne podobne metody, służące do wykrywania pęknięć powierzchniowych. W pewnych wypadkach wskazane jest robić to nawet

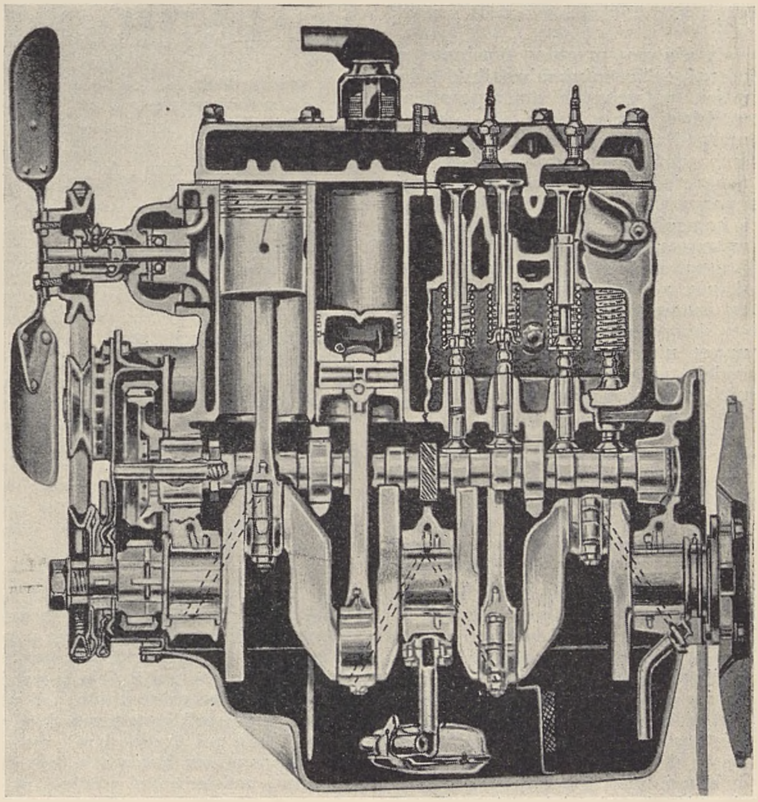
wtedy, gdy taka inspekcja nie jest przewidywana w produkcji.

Po rozpoczęciu produkcji nowego pojazdu, należy sumiennie rozpatrywać raporty z użycia pojazdów w pracy i wprowadzać konieczne zmiany. W ten sposób odbywa się ewolucja pojazdów. Największy w Stanach Zjednoczonych odbiorca wozów ciężarowych różnych typów twierdzi, że potrzebuje co najmniej dwóch lat dla oceny wartości nowego modelu. W większości przypadków lepiej jest udoskonalać istniejący typ pojazdu, niż przejść na zupełnie nowy; ten ostatni należy wprowadzać dopiero wtedy, gdy możliwości udoskonalenia pierwszego zostały całkowicie zbadane i wyczerpane. Zmiany materiałów są jedną z najbardziej korzystnych dróg w usiłowaniach udoskonalania wypróbowanych typów. Jeśli chodzi o Jeep'a, to nie dokonano ważnych zmian w doborze materiałów od chwili jego powstania oprócz tych, które okazały się konieczne, w związku z niezwykłymi warunkami jego pracy w czasie wojny, jak na przykład atakowanie przez rośliny i żyjątka morskie (na Pacyfiku) oraz zmian wywołanych koniecznością zastosowania namiastek zamiast właściwych surowców, szczególnie takich jak cyna, kadm, żelazo-stopy i guma naturalna.

PRZEPISY DLA MATERIAŁÓW

Oprócz doboru właściwej konstrukcji i odpowiednich materiałów, musi być jeszcze przeprowadzana dostateczna kontrola wykonania. Przy niektórych wyrobach, kontrola jest co najmniej tak ważna, jak produkcja. Dokładność kontroli odbiorczej zależy od stopnia kontroli fabrycznej, przeprowadzanej w czasie procesów produkcyjnych i na odwrót, dane odbiorcze są brane pod uwagę przez kontrolę fabryczną.

Kontrola materiałów opiera się na dwóch rodzajach przepisów. Pierwsze z nich — to przepisy produkcji, które określają operacje, jakim dana część ma być poddana i odnoszą się głównie do tych przypadków, gdzie odpowiedzialność za produkcję i zachowanie się w pracy spoczywa w jednym ręku. Drugi rodzaj przepisów podaje właściwości, które dana część winna posiadać po wykończeniu; są one pożyteczne szczególnie wtedy, kiedy odpowiedzialność za produkcję i zachowanie się w pracy jest rozdzielona, na przykład między jakimś działem produkcyjnym i montownią, lub między producentem i nabywcą. Dla tych powodów firma „Willys-Overland" woli drugi rodzaj kontroli, który ma tę zaletę, że daje większą swobodę w produkcji, zapewniając równocześnie właściwe zachowanie się pojazdu w pracy. Na przykład, potrzebną kombinację wytrzymałości z ciągliwością, dla większości hartowanych i odpuszczanych części, można najlepiej osiągnąć przez określenie ostatecznej twardości, a nie przez określenie temperatury odpuszczania. Z drugiej strony, ustalenie z góry przepisów produkcyjnych jest usprawiedliwione wtedy, kiedy nie ma praktycznie możności dla sprawdzenia żądanych własności jakiejś części po jej wykończeniu. Na przykład, nawęglane koła zębate są odpuszczane w temp. ok. 150 — 200°C po zahartowaniu, głównie w celu usunięcia naprężeń wywołanych przez hartowanie. Oczywiście, mierzenie tych naprężeń byłoby w produkcji bardzo



niepraktyczne. Przez takie odpuszczenie twardość nieco maleje, ale przeciętna twardość po odpuszczeniu wcale nie jest mniejsza, niż najniższa twardość po zahartowaniu. Przeto pomiar twardości nic nie pomoże do sprawdzenia, czy odpuszczenie zostało przeprowadzone we właściwy sposób. W rezultacie przepis operacyjny podający, że koła zębate mają być wyjmowane przy temperaturze, powiedzmy, 175 — 200°C jest, w tym przypadku, uzasadniony.

Nigdy nie powinno się stawiać, dla tej samej części i tej samej własności wymagań obu przepisów (tj. operacyj produkcyjnych i końcowych własności) równocześnie, ponieważ potrzebny jest tylko jeden, a obydwa razem mogą sobie zaprzeczać.

Norma, lub przepis zachowania się w pracy, jest to wyszczególnienie różnorodnych własności, wymaganych od wykończonych części lub zespołów, a kontrola polega na wykonywaniu przyśpieszonej próby w umówionych i przyjętych warunkach. Czas potrzebny dla przeprowadzenia tych prób jest zbyt długi, by mogły one służyć jako próby odbiorcze, chyba że byłyby one bardzo skrócone, jak na przykład próba w komorze z rozpylanym roztworem soli. Przeto ten rodzaj przepisów jest używany jedynie wtedy, gdy własności są nieuchwytne lub trudne do zmierzenia innymi sposobami. W takim przypadku wszystkie źródła zakupów należy ustalić przed rozpoczęciem produkcji, a w jej czasie robić dorywcze próby miejscowe. Jakkolwiek ustalenie źródeł zakupu materiałów dla wyrobu danej części jest czasami konieczne, to jednak jest ono niepożądane gdyż ogranicza swobodę wydziału zakupów. Przepisy wymagań, stawianych dla zachowania się w pracy są rzadko stosowane do części wykonanych ze stopów żelaza, ponieważ jest ono dobrze znane. Przepisy te

stosuje się znacznie częściej dla pewnych metali nieżelaznych, a szczególnie dla materiałów na łożyska i tuleje. Najszerzej są stosowane w dziedzinie nie-metali, głównie plastyków i gumy. W wielu przypadkach własności fizyczne części gumowych, takie jak twardość, wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie i przyleganie nie wykazują jasno związku z zachowaniem się gumy w pracy. Nawet jeśli związek taki istnieje, to często nie można wyciąć próbek z danej części; a próbki uformowane oddzielnie z tego samego materiału mają inne własności. Przeto próby zachowania się w pracy stosuje się coraz więcej do takich części jak pas wentylatora, wąż chłodnicy, przewody oleju i paliwa, przewody hamulca hydraulicznego, łoże silnika i zderzak osi.

Zasadniczo przepisy powinny zawierać tylko minimalną ilość własności, potrzebnych do zapewnienia właściwej pracy części. W pewnych przypadkach wymienienie w przepisach własności niezbyt istotnych jest usprawiedliwione z punktu widzenia uproszczenia i przyśpieszenia odbioru i kontroli produkcji. Na przykład, wytrzymałość na rozciąganie nie jest istotna dla części pracującej na ściskanie, ale jest dobrym wskaźnikiem czy materiał jest dobry. To samo tyczy się wydłużenia w wypadkach, gdy nawet niewielkie trwałe wydłużenie będzie tak przeszkadzać pracy sąsiednich części, że może całkowicie zniszczyć cały zespół. Często bywa, że twardość również nie jest wartością krytyczną, ponieważ stosunkowo mało części jest odrzucanych z powodu małej odporności na wgniecenie, jednakże próbę twardości stosuje się, gdyż wykonuje się ją łatwo, a wyniki stanowią cenną wskazówkę wytrzymałości i odporności na zużycie.

Ważnym celem przepisów jest poinformowanie producenta o żądaniach odbiorcy. W pewnych przypadkach, jak na przykład przy głębokim tłoczeniu, pewne własności materiału są pozostawione do uznania dostawcy, ten prosi wtedy o dane co do procesów fabrykacji i pracy danej części i w ten sposób ponosi część odpowiedzialności. Innym zadaniem przepisów jest danie pomocy wydziałowi zakupów w znalezieniu najodpowiedniejszych źródeł zakupu materiałów.

Aż do wybuchu wojny, firma ,,Willys-Overland". stosowała swoje własne przepisy do wszystkich prawie materiałów oprócz farb, które były kupowane według zaleceń dostawców. Przepisy firmy ,,Willys-Overland", stosunkowo długie i szczegółowe, były dostarczane dostawcy na oddzielnych kartkach. Następnie firma zaczęła używać najbardziej zwięzłych przepisów, podawanych dla wszystkich rodzajów materiałów, co ogromnie uprościło zagadnienie ich dostępności. Przepisy takie są krótkie, dadzą się umieścić na każdym oddzielnym rysunku konstrukcyjnym, przez co już nie trzeba używać oddzielnych kartek.

Jeśli tylko można, to należy unikać w przepisach nieokreślonych żądań, jak naprzykład ,,musi być czysty" lub ,,musi mieć odpowiednią ciągliwość"; figurują w nich tylko te własności które można ująć liczbowo. Natomiast, wszelkie nieokreślone żądania są zawarte w zamówieniu zakupu, które podaje, że własności w nim nieokreślone muszą być odpowiednie do zamierzonego użycia materiału.

W pewnych przypadkach, przepisy są podane przez jakiegoś dostawcę lub ich grupę. Takim przykładem jest stal, do której ,,Willys-Overland" używa przepisów ustalonych przez ,,American Iron & Steel". Większość producentów zaprzestała w r. 1941 używania swoich ,,prywatnych" analiz stali i przyjęła określenie jej gatunków według norm ,,A.I.S.I.", lub ,,S.A.E." (,,Society of Automotive Engineers"), które to normy są właściwie identyczne. W ten sposób ilość gatunków stali ograniczono z około 4.000 w 1940 r. do ok. 150 w r. 1941. Produkcja 3.850 usuniętych gatunków stanowiła w 1940 r. tylko 6% całkowitej produkcji stali. Niektórzy producenci samochodów wolą przepisy S.A.E. sądząc, że są one do pewnego stopnia przez nich kontrolowane i nie mogą być zmienione bez ich zgody. Chociaż ten wzgląd jest niezwykle ważny, to jednak firma ,,Willys-Overland" nie liczy się z większymi trudnościami z tej strony, a to dlatego, że przemysł samochodowy jest jednym z najlepszych odbiorców przemysłu stalowego w czasie pokoju i prawdopodobnie ,,A.I.S.I." nie zrobi żadnej poważniejszej zmiany w normach bez porozumienia się z przemysłem samochodowym. Przykładem istniejącej współpracy była ostatnio zmiana składu chemicznego stali bessemerowskiej na śruby. Dalszymi przykładami zastosowania przepisów dostawców jest aluminium, zakupywane według przepisów ,,Aluminium Company of America" oraz materiały na łożyska i tuleje, z których większość jest własnymi stopami dostawców.

Inne materiały są zakupywane według przepisów, określanych przez pojedynczych nabywców lub ich grupy. Obok wyżej wymienionych przepisów ,,S.A.E." dla stali i przepisów firmy ,,Willys-Overland", można wspomnieć przepisy ,,S.A.E." dla wszystkich właściwie rodzajów materiałów, używanych w przemyśle samochodowym. Do tego rodzaju przepisów należą również przepisy wydane przez instytucje rządowe.

Ogólnie biorąc, najlepszymi przepisami są takie, przy ustalaniu których pytano o zdanie zarówno nabywców jak i dostawców. Zasada ta znalazła zastosowanie przy opracowaniu przepisów ,,S.A.E.", ,,American Standards Association" i ,,American Society for Testing Materials". Nabywcy i dostawcy są reprezentowani w równej liczbie w komisjach Komitetu ,,S.A.E.", ,,A.S.T.M." i ,,Committee on Automotive Rubber", a przepisy przez nich ustalone zostały powszechnie przyjęte.

Ponieważ nie ma ogólnie uznawanych przepisów dla farb i smarów, przeto firma ,,Willys-Overland" stosuje swoje własne, zamiast używanych dawniej przepisów dostawców; zakupy są w dalszym ciągu dokonywane w wypróbowanych firmach. Zakres stosowania własnych przepisów przez firmę zależy od jej wielkości, gdyż musi ona być w stanie pokryć koszt ustalenia takich przepisów, znalezienia odpowiednich źródeł zakupu i przeprowadzenia prób w czasie produkcji.

Reszta artykułu będzie poświęcona metalurgii niektórych ważniejszych części Jeep'a, ugrupowanych według rodzaju materiału. Różnica między wojskowym i cywilnym typem Jeep'a polega prawie wyłącznie na szczegółach kontsrukcyjnych, dzięki czemu przy omawianiu materiałów nie będzie potrzeby rozróżniania między tymi typami.

ODKUWKI ZE STALI WĘGLISTEJ

Do głównych odkuwek z tej stali należą wał korbowy i korbowód, pierwszy wykonany ze stali 1.040 (0,40% węgla; 0,75% manganu), a drugi ze stali 1.141 (0,40% węgla; 0,10% siarki; 1,50% manganu). Stal węglista jest wystarczająca do wyrobu wału korbowego głównie dlatego, że wał ten jest konstruowany tak, by miał dostateczną sztywność, przez co naprężenia są stosunkowo małe. Stal ta hartuje się płytko, ale to nie jest ważne, ponieważ wał pracuje głównie na skręcanie i zginanie, przez co naprężenia w jego przekroju są niewielkie. Należy nadmienić, że niektórzy metalurgowie uważają, że nawet i w środku przekroju jest pożądana duża wytrzymałość, gdy występują tylko naprężenia skręcające i zginające. Średnia zawartość węgla — 0,40% jest potrzebna do dostatecznego utwardzenia przez hartowanie, większa zawartość węgla powodowałaby trudniejszą obróbkę i mniejszą ciągliwość, po odpuszczeniu do pożądanej twardości. Stal używaną na korbowody próbowano stosować również i na wały korbowe, ale polepszenie obrabialności nie zamortyzowało podwyższonego kosztu materiału. Stale stopowe nie są potrzebne do wyrobu korbowodów głównie dlatego, że ich mały przekrój poprzeczny zapewnia zahartowa-

nie na wskroś stali nawet bez dodatków stopowych; chociaż część ta pracuje głównie na zginanie, to jednak konstrukcja wymaga zahartowania na wskroś. Duża ilość operacyj obróbczych, w stosunku do wagi, uzasadnia stosowanie stali łatwo obrabialnej.

Wał korbowy daje się dobrze hartować w wodzie, pomimo swego stosunkowo nieregularnego kształtu i wysokiej zawartości węgla. Kombinacja konstrukcji i materiałów, stosowanych do korbowodów zezwala, a równocześnie wymaga hartowania w oleju. Obie części odpuszcza się do około 210 — 260 twardości Brinella. Głównym zagadnieniem oddziału produkcji jest utrzymanie minimalnej wymaganej twardości, gdyż wówczas nie ma obawy o kruchość materiału. Warsztat mechaniczny woli lepszą obrabialność, zapewnioną przez utrzymanie dolnej granicy zakresu twardości. Z drugiej strony, oddział obróbki termicznej woli utrzymywać górną granicę tego zakresu, ponieważ części zbyt twarde wymagają jedynie ponownego odpuszczenia, a części zbyt miękkie wymagają ponownego hartowania i odpuszczania. Wszystkie te czynniki muszą być wzięte pod uwagę i można w związku z tym ustalić węższy zakres twardości, wewnątrz zakresu podanego w przepisach. Ustala się również miejsca w których robi się pomiar twardości, a to dlatego, że twardość zmienia się znacznie z grubością przekroju i jest inna na powierzchni a inna w środku. Jakkolwiek odpowiednią twardość powierzchni można uzyskać przez normalizację w silnym strumieniu powietrza, to hartowanie i odpuszczenie dają większą głębokość utwardzenia, wyższą granicę płynności, większą ciągliwość i udarność.

Stosowanie staliwnych wałów korbowych w niektórych silnikach, doprowadziło do wyrażenia poglądu, że wysoka udarność nie jest dla tych części tak bardzo wymagana. Jednakże próby silnika Jeep'a dowodzą, że odkuwki są lepsze i dlatego w przepisach jest podana minimalna wartość 3.45 kg (Charpy). Wymagania odnośnie udarności wyraźnie zmieniają się zależnie od silnika. Duże wahania wyników przy użyciu próbki Izod'a (karb trójkątny) doprowadziły do tego, że stosuje się próbkę Charpy (karb w kształcie dziurki od klucza), przynajmniej do prób przy produkcji.

Początkowo, w przepisach dla wału korbowego i korbowodu, obok twardości i udarności, figurowały jeszcze: minimalna wytrzymałość na rozciąganie, granica płynności, wydłużenie dla 2 cali i przewężenie. Nie ograniczono maksymalnych wartości, ponieważ minimum dla wytrzymałości na rozciąganie i dla ciągłości zapewniały osiągnięcie właściwej równowagi pomiędzy tymi dwiema własnościami. Wadą tego systemu było to, że wysoka wytrzymałość na rozciąganie, wraz z niskimi granicami płynności i ciągliwości, spowodowanymi przez niewłaściwą obróbkę cieplną, odpowiadały jeszcze w pewnych przypadkach wymaganiom przepisów.

Dlatego poddano rewizji metodę określania własności mechanicznych dla tych części. Obecnie określa się jedynie: maksymalną i minimalną wytrzymałość na rozciąganie, minimalną wartość stosunku granicy płynności do wytrzymałości na rozciąganie oraz współczynnik „p". Współczynnik „p" określa się wzorem

$$\frac{1.422 \text{ wytrz. rozciąg.} + 6 \text{ przewężenie}}{5}$$

Podobnie do stosunku granicy płynności do wytrzymałości na rozciąganie, współczynnik „p" jest w małym stopniu zależny od temperatury odpuszczania i jest dobrą miarą podatności stali na obróbkę termiczną. Wartości do tych przepisów dla części produkowanych określa się z krzywych wykresu: na osi rzędnych — częstość występowania danej wielkości, a na osi odciętych — wielkości. Ponieważ pewna ilość maksymalnych i minimalnych wartości zawsze odbiega od tych krzywych, przeto przepisy robi się na tyle elastyczne, że pozwala się by jedna próbka z każdej serii mogła znaleść się poza przepisanym zakresem, ale wtedy dwie próbki wzięte dodatkowo muszą odpowiadać przepisom.

Przepisy podają również sposób pobierania próbek do określenia własności wytrzymałościowych. Dla wału korbowego: odcina się próbkę z przedniego końca po obróbce termicznej. Dla korbowodu: kawałek pręta okrągłego, o średnicy 30 mm. przekuwa się na przekrój kwadratowy o boku 19 mm i obrabia się termicznie razem z korbowodami. Jeśli przekrój próbki jest dostatecznie duży, to hartowność staje się jednym z wybitnych czynników, wpływających na wyniki prób wytrzymałościowych. Niemniej głównym celem próby na rozciąganie jest sprawdzenie obróbki termicznej, ponieważ stal jest zakupywana zwykle na podstawie jej składu chemicznego. Jeśli i hartowność jest ujęta w przepisie, to mierzy się ją przy pomocy Jominy. Dlatego, lepiej jest stosować próbki o stosunkowo małym przekroju pamiętając, że wartość wyników jest dość ograniczona. Mikrostruktura i twardość po zahartowaniu, są również dobrymi sposobami sprawdzenia obróbki termicznej, ale i na nie może wpływać hartowność stali.

c. d. n.

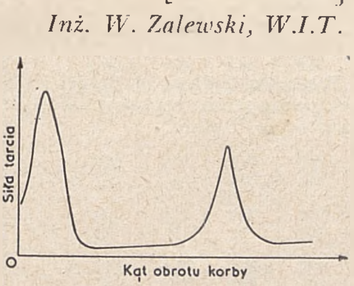
ZAGADNIENIE SMAROWANIA CZĘŚCI MASZYN O RUCHU ZWROTNYM I WYCISKANIE SMARU Z POMIĘDZY PRACUJĄCYCH POWIERZCHNI

Inż. W. Zalewski, W.I.T.

Obliczanie siły tarcia na obwodzie czopa wtórnego korbowodu silnika, w którym więcej niż jeden korbowód pracuje na jednej korbie, jeżeli założyć że szybkość ruchu w każdym punkcie jest szybkością ustaloną, daje przebieg zmienności siły tarcia o charakterze jaki przedstawia wykres (rys. 1).

Ostre wyskoki krzywej odpowiadają punktom zwrotnym ruchu, najniższe położenie — przejściu siły normalnej przez zero, zaś dłuższe okresy niskie — warunkom smarowania płynnego.

Podobny charakter przebiegu siły tarcia można otrzymać dla wszelkich



Rys. 1.

innych mechanizmów o ruchu zwrotnym.

W rzeczywistości jednak przebieg jest łagodniejszy, a stopień złagodzenia, stopień stępienia wyskoków, zależy przede wszystkim od szybkości ruchu. Wyskoki wykresu nie tylko wskazują na wzrost siły tarcia i stratę mocy, ale co gorsze, uwidaczniają zanik warunków dobrego smarowania (płynnego) przy czym może powstawać nawet zrywanie warstwy granicznej i ścieranie się metali.

Rozpatrzmy jakie czynniki mogą ratować sytuację:

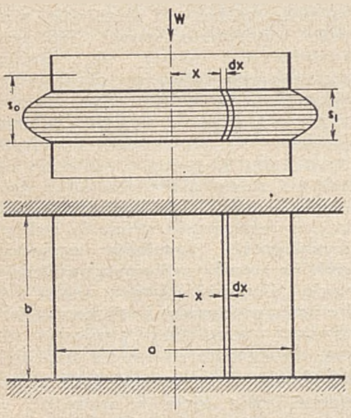
1) krótki czas trwania niebezpiecznego okresu, co osiągamy przez dostatecznie dużą szybkość ruchu,

2) wiskoza smaru, przeciwdziałająca wyciśnięciu go w krytycznym okre-

się czasu, związana z trzymaniem się jego smarowanej powierzchni,

3) utrzymanie wielkości ciśnienia w bezpiecznych granicach w stosunku do innych warunków wyciskania smaru z pracującej szczeliny,

4) zapobieganie szybkiemu wyciekaniu smaru przez oddalenie kanalików i otworów doprowadzających smar od miejsc pracujących (ciśnienie w pracującej warstwie smaru jest wielokrotnie wyższe niż w kanalikach doprowadzających tak, że w krytycznych okresach smar wycieka do nich z powrotem) szczelność w końcach, mały luz w stosunku do grubości płynnej warstwy smaru i t.p.



Rys. 2.

Zajmiemy się współdziałaniem trzech pierwszych z pośród wymienionych wyżej czynników. Czwarty czynnik ma charakter czysto indywidualny, konstrukcyjny.

Zagadnienie to jest bardzo złożone i nie da się rozpatrzeć ściśle w odniesieniu do wszelkich, tak różnorodnych przypadków jego istnienia w maszynach. Jest ono na tyle ważne, że porusza momenty w których zachodzi wycieranie się pracujących powierzchni t.j. momenty które należy najstaranniej wyjaśnić, aby móc zużywanie się maszyn możliwie zmniejszyć. Jako zadanie uproszczone, rozpatrzmy warunki wyciskania płynu z pomiędzy dwóch prostokątnych płytek (rys. 2), bez ruchu ślizgającego i z wyciekaniem płynu tylko z dwóch stron przeciwległych. Rozwiązanie tego zadania rzuci nam pewne światło na zachowanie się smaru, np. pod pierścieniem tłokowym, w panewce, w trybach o słabej krzywiźnie i t.p.

Oznaczamy:

W — siła zewnętrzna stała

s_0 — początkowa odległość pomiędzy obu płytkami

s_1 — końcowa odległość.

Założenia: warstwa smaru jest tak gruba w porównaniu z grubością warstw granicznych, że ruchy smaru w nich możemy pominąć; nie uwzględniamy napięcia błony powierzchniowej, gdyż praca jego jest małą w stosunku do pracy tarcia wewnętrznego w danym wypadku.

Podzielmy w myśli warstwę smaru na szereg cienkich warstewek, równoległych do ściskających go płytek. Pod wpływem opuszczania się górnej płaszczyzny stałej warstewki te będą się wydłużały. Warstewki skrajne, przywarte do płytek nie zmienią swej długości. Warstewki środkowe natomiast wydłużą się najmocniej, lecz różnice wydłużeń pomiędzy nimi będą małe. Największe różnice sąsiednich wydłużeń wykażą warstewki boczne. Kształt wydęcia zewnętrznej pionowej powierzchni warstwy smaru musi być zbliżony do paraboli i doświadczalnie stwierdzono jego kształt paraboliczny. Wobec tego i wszystkie poziome przesunięcia cząsteczek płynu w odniesieniu do pionowej osi będą miały układ paraboliczny.

Rozpatrzmy nieskończenie cienki pasek, wycięty w cieczy, mający wymiary dx, b (rys. 3).

Oznaczmy:

W — siła ściskająca obie płytki

s_0 — początkowa grubość szczeliny

s_1 — końcowa grubość szczeliny, po czasie t_1

t — czas

h — środkowe wydęcie przekroju pionowego na odciętej x

h_1 — środkowe wydęcie przekroju w końcu szczeliny

τ' i τ'' — naprężenia styczne w cieczy

u — pozioma szybkość cząsteczek

y — oś pionowa, początek w środku szczeliny

x — osie poziome — położenie i przesunięcie

p — ciśnienie na powierzchni płytek

μ — współczynnik tarcia wewnętrznego płynu

$$abs_0 = abs + \frac{4}{3} bsh_1; \quad \frac{4}{3} sh_1 = a(s_0 - s)$$

$$h_1 = \frac{3}{4} a \frac{s_0 - s}{s} \qquad \dots\dots 1.$$

$$\frac{h}{x} = \frac{h_1}{\frac{a}{2}}; \qquad h = x \frac{2h_1}{a} \qquad \dots\dots 2.$$

Pasek ten podlega na dolnej i górnej powierzchni naprężeniom stycznym τ' i τ'', gdzie

$$\tau' = \mu \frac{du}{dy} \qquad \dots\dots 3.$$

$$\tau'' = -\mu \frac{d}{dy}\left(u - \frac{\partial u}{\partial y} dy\right) \qquad \dots\dots 4.$$

$$d\tau = \tau' + \tau'' \qquad \dots\dots 5.$$

Szybkość na dolnej krawędzi paska:

$$u' = u_0 - \int_0^1 \frac{\partial u}{\partial y} dy$$

zaś na górnej

$$u'' = u' - \frac{\partial u}{\partial y} dy; \quad \tau'' = -\mu \frac{du''}{dy}$$

$$d\tau = \mu \left[\frac{du}{dy} - \frac{d}{dy}\left(u - \frac{\partial u}{\partial y} dy\right)\right]$$

$$d\tau = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} dy \qquad \dots\dots 6$$

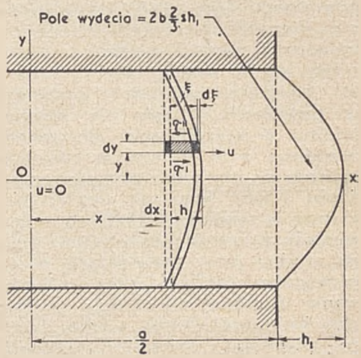
Z parabolicznego wydęcia

$$y^2 = 2c\xi$$

zaś dla $\xi = h_1$; $y = \frac{s}{2}$; $2c = \frac{s^2}{4h}$

$$y^2 = \frac{s^2}{4h} \xi \qquad \dots\dots 7.$$

$$\xi = \frac{4hy^2}{s^2} \qquad \dots\dots 7a.$$



Rys. 3.

Szybkość u jako proporcjonalną do ξ można zastąpić przez:

$$u = \varphi \xi; \quad u_0 = \varphi h; \quad u_1 = \varphi h_1; \quad \varphi = \frac{u_1}{h_1} = \text{stałej}$$

$$u = \frac{4\varphi h y^2}{s^2} \qquad \dots\dots 8.$$

$$du = 8\varphi \frac{h}{s^2} y\, dy; \qquad \frac{\partial u}{\partial y} = 8\varphi \frac{h}{s^2} y$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{8\varphi h}{s^2} \qquad \dots\dots 9.$$

$$d\tau = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} dy = \mu \frac{8\varphi h}{s^2} \qquad \dots\dots 10.$$

Przyrost siły stycznej na całą długość b paska będzie

$$dT = b\, d\tau\, dx$$

zaś jej praca $dT\, d\xi$

Biorąc d ξ z równania (7a) otrzymamy

$$8b\frac{h}{s^2}\,y\,dy\,d\tau\,dx$$

zaś rugując d τ z (10),

praca paska $$=64\,b\varphi\mu\frac{h^2}{s^4}\,y\,dy^2dx$$

Jest to praca paska o szerokości dx, długości b. różnicy poziomów dy, na drodze ξ. Dla stałego x całkujemy to po y (h jest tu stałym) podwójnie aby otrzymać różniczkę 1-go rzędu od pracy całego przekroju po x, którą nazwiemy d ; dla granic od 0 do $\frac{s}{2}$ będzie

$$\frac{1}{2}d\varepsilon=64\,b\varphi\mu\frac{h^2}{s^4}dx\int_0^{\frac{s}{2}}\int_0^{\frac{s}{2}}y\,dy\,dy=$$

$$=4\,b\mu\varphi\frac{h^2}{s}dx\;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 11.$$

z (2), $$h^2=4h_1^2\frac{x^2}{a^2}$$

co wstawiamy w (11) i całkujemy po x zachowując s stałym, dla granic od 0 do a/2.

$$\frac{1}{4}\varepsilon=16\,b\mu\varphi\frac{h_1^2}{a^2}\frac{1}{s}\int_0^{\frac{a}{2}}x^2dx=\frac{2}{3}\frac{ab\mu\varphi h_1^2}{s}$$

Dla całej szczeliny praca tarcia wewnętrznego będzie:

$$\varepsilon=\frac{8}{3}\frac{ab\mu\varphi h_1^2}{s}\;\ldots\ldots\ldots\ldots 12$$

wstawiając h_1 z równ. (1) mamy

$$\varepsilon=\frac{3}{2}a^3b\mu\varphi\frac{(s_0-s)^2}{s^3}\;\ldots\ldots\ldots 13$$

Praca ta jest równą pracy stałej siły zewnętrznej W

t.j. $\varepsilon=W(s_0-s)$ skąd

$$W=\frac{3}{2}a^3b\mu\varphi\frac{s_0-s}{s^3}\;\ldots\ldots\ldots 14.$$

$$\varphi=\frac{v_1}{h_1}=\frac{1}{h_1}\frac{dh_1}{dt}\;\ldots\ldots\ldots\ldots 15.$$

zaś z równania (1)

$$\frac{dh_1}{dt}=\frac{3}{4}a\frac{s_0}{s^2}\frac{ds}{dt}\;i\qquad \varphi=\frac{3}{4}\frac{a}{h_1}\frac{s_0}{s^2}\frac{ds}{dt}\;\ldots 16.$$

wstawiając znów h_1 z równ. (1), otrzymamy po przeróbce

$$\varphi=\frac{s_0}{(s_0-s)s}\frac{ds}{dt}$$

zaś wstawiając we wzór (14)

$$W=\frac{3}{2}a^3b\mu\frac{s_0}{s^4}\frac{ds}{dt}\;\ldots\ldots\ldots\ldots 17.$$

stąd szybkość opadania płytki

$$\frac{ds}{dt}=\frac{2}{3}\frac{W}{a^2b\mu}\frac{s^4}{s_0}\;\ldots\ldots\ldots\ldots 18.$$

zaś oznaczając $\frac{W}{ab}=p_i$

$$\frac{ds}{dt}=\frac{2}{3}\frac{p}{a^2\mu}\frac{s^4}{s_0}\;\ldots\ldots\ldots 19$$

Tak więc szybkość opadania płytki obciążonej jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu jej szerokości mierzonej w kierunku wyciekania płynu.

Z równania (17)

$$W\,dt=\frac{3}{2}a^3b\mu s_0\frac{ds}{s^4}$$

a zatem: $$W\int_{t=0}^{t=t_1}dt=\frac{3}{2}a^3b\mu s_0\int_{s_0}^{s_1}\frac{ds}{s^4}$$

czyli: $$Wt_1=\frac{1}{2}a^3b\mu\frac{s_0^3-s_1^3}{s_0^2s_1^3}$$

skąd czas opadania z wysokości s_0 do wysokości s_1 będzie

$$t_1=\frac{a^3b\mu}{2W}\frac{s_0^3-s_1^3}{s_0^2s_1^3}\;\ldots\ldots\ldots 20.$$

albo: $$t_1=\frac{1}{2}\frac{a^2}{p}\mu\frac{s_0^3-s_1^3}{s_0^2s_1^3}\;\ldots\ldots\ldots 21.$$

Dotąd wchodziły w rachunek jednostki absolutne, więc c, g, s, zaś wyrażając p w kg/cm², zaś μ w centypoisach, pozostawiając a, s, w cm. otrzymamy:

$$t_1=\frac{a^2\mu}{19{,}62\cdot10^7p}\frac{s_0^3-s_1^3}{s_0^2s_1^3},\;\text{w sek.}\ldots\ldots 22$$

Wprowadzając oznaczenie $\frac{s_0}{s_1}=\lambda_i$

$$t_1=\frac{a^2\mu}{19{,}62\cdot10^7p}\frac{\lambda^3-1}{s_0^2}\;\ldots\ldots 23.$$

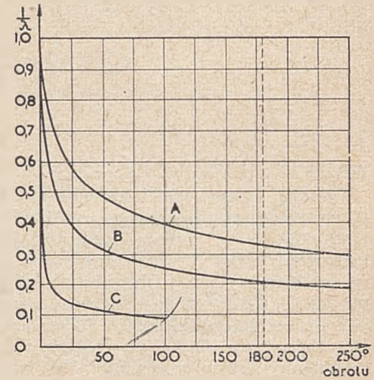
$$\lambda=\sqrt[3]{\frac{19{,}62\cdot10^7\,p\,t_1\,s_0^2}{a^2\mu}+1}\;\ldots\ldots\ldots 24.$$

albo, wygodniejsza wielkość dla orientacji:

$$\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{\sqrt[3]{\frac{19{,}62\cdot10^7\,p\,t_1\,s_0^2}{a^2\mu}+1}}\qquad 25$$

co daje stosunkowe zmniejszenie się grubości warstwy płynu po działaniu ciśnienia p przez czas t_1 sek.

W wyprowadzeniu powyższych wzorów przyjęto pracę całego przekroju szczeliny, zachowując stałą objętość płynu. Gdy wydęcia brzegów warstwy zaczną odpadać pochłaniana praca będzie malała. Jeżeli będzie wyciek także w kierunku wymiaru b, praca również zmaleje, wynik będzie zależny od stosunku a b. od warunków wycieku w każdym z kierunków.



Rys. 4.

W wypadku powierzchni krzywych o różnych krzywiznach, dających szczelinę grubiejącą w kierunku wycieku, wielkość pracy znacznie zmaleje (czas się skróci), gdy zaś będzie odwrotnie (szczelina ku brzegom będzie ciaśniejsza), to pochłaniana praca wzrośnie i czas się wydłuży.

Poniżej został przeliczony przykład dla p = 100 kg/cm, a = 1.5 cm (odpowiada to przeciętnie średnicy czopa 30 mm i ciśnieniu średniemu 50 kg/cm²), μ = 25 i trzech wielkości

TABLICA WYNIKÓW.

λ	1,113	1,25	1,43	1,67	2,0	2,5	3,33	5,0	10,0	
$1/\lambda$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
$(t_1)_A$	$\frac{2,06}{10^4}$	$\frac{4,35}{10^4}$	$\frac{8,85}{10^4}$	$\frac{16,6}{10^4}$	$\frac{32,1}{10^4}$	$\frac{67,0}{10^4}$	$\frac{165}{10^4}$	$\frac{570}{10^4}$	$\frac{4500}{10^4}$	sek
$(t_1)_B$	$\frac{0,515}{10^4}$	$\frac{1,09}{10^4}$	$\frac{2,20}{10^4}$	$\frac{4,15}{10^4}$	$\frac{8,02}{10^4}$	$\frac{16,7}{10^4}$	$\frac{41,0}{10^4}$	$\frac{142}{10^4}$	$\frac{1130}{10^4}$	sek
$(t_1)_C$	$\frac{2,06}{10^6}$	$\frac{4,35}{10^6}$	$\frac{8,85}{10^6}$	$\frac{16,6}{10,^6}$	$\frac{32,1}{10^6}$	$\frac{67,0}{10^6}$	$\frac{165}{10^6}$	$\frac{570}{10^6}$	$\frac{4500}{10^6}$	sek
α_A	2,9	6,2	12,8	22,5	46,1	96,6	237	820	6500	stopni
α_B	0,74	1,57	3,17	5,98	11,7	24,0	59,0	205	1670	stopni
α_C	0,029	0,062	0,128	0,225	0,461	0,966	2,37	8,2	65	stopni

początkowej grubości warstwy smaru s_0, dla $1/\lambda = s_1/s_0$ w granicach od 0.9 do 0.1.

Początkowe grubości, s przyjęte są następująco: wielkości ze znaczkami A odnoszą się do minimalnej grubości błony smarowej w smarowaniu płynnym, przyjmowanej w silnikach samochodowych i lotniczych w dolnej granicy, ze znaczkami B — to samo w górnej granicy, zaś ze znaczkami C — dla błony 5 razy grubszej niż w wypadku B.

Odnośne liczby podane są w tablicy przy czym podano też odpowiednie kąty obrotu korby silnika robiącego 2400 obr. min.

Rys. 4 przedstawia wykres zależności $1/\lambda$ od α, wg. tablicy.

Biorąc pod uwagę że czasy t_1 i kąty α są proporcjonalne do a^2, μ, zaś odwrotnie proporcjonalne do s^2, p, łatwo przy pomocy powyżej obliczonego przykładu zorientować się i w innych wypadkach.

Warto zauważyć że przy zmniejszaniu grubości błony płynnego smarowania do 0.1 jej początkowej grubości (t.j. do $1/\lambda = 0.1$), dla najmniejszej z początkowych grubości liczonych w powyższym przykładzie t.j. dla $s_0 = 0.0025$ mm i $s_1 = 0{,}00025$ mm, stosunek tej ostatniej grubości do długości jednego z najdłuższych molekułów (o których wymiarach wspomniano w artykule w nr. 18 „Przeglądu Motoryzacyjnego") a więc do grubości błony granicznej, wynosi jeszcze

$$\frac{25}{10^5} : \frac{25}{10^7} = 100;$$

Znaczyłoby to, że smarowanie płynne możnaby zachować w bardzo szerokich granicach, gdyby dokładność wykończenia części mechanicznych i sztywność ich na to pozwalały.

Tymczasem jak wynika z tego rachunku główną rolą, jaką odgrywa grubość warstwy smaru w maszynach, jest pokrywanie szkodliwego wpływu ich elastyczności i niedokładności wykonania, tak trących się powierzchni, jakoteż wzajemnego ich ustawienia.

Podkreśla to też znaczenie samonastawiania się łożysk.

KOPIARKI

(H. C. Town, „Machinery", Vol. 67, No. 1712, August 2nd, 1945.)

(Dokończenie.)

Tłumaczył inż. Cz. Fałkowski, W.I.T.

HYDRAULICZNE URZĄDZENIA DO KOPIOWANIA

Drobną grupę mechanizmów do kopiowania stanowią mechanizmy zbudowane na zasadach hydraulicznych. Mechanizmy te są równie czułe jak i opisane poprzednio, sterowane elektrycznie. Mogą być one bądź wbudowane na stałe w specjalną obrabiarkę, mogą też stanowić osobną całość, którą można stosować, praktycznie biorąc, prawie do każdej obrabiarki. Jeden koniec czujki mechanizmu tego typu wodzi po modelu, drugi zaś steruje bezpośrednio zawór rozdzielczy. W ten sposób błędy wynikające z czynnika czasu, potrzebnego do przenoszenia ruchu z czujki na zawór, zredukowane są do minimum.

Urządzenie do kopiowania tego typu może być zastosowane na strugarce do strugania powierzchni nieregularnych o stałym przekroju poprzecznym (prostopadłym do kierunku strugania), oraz do strugania powierzchni, o zmiennym przekroju poprzecznym. Jest to możliwe przez odpowiednie sterowanie czujki na całej długości skoku, oraz na całej długości posuwu poprzecznego. Do sterowania suportu nożowego, w tym wypadku, stosuje się cylinder hydrauliczny, do którego dopływ oleju kierowany jest odpowiednim zaworem i powoduje ruch suportu noża do dołu, lub do góry, w zależności od profilu modelu.

Ponadto w urządzeniu do kopiowania przewidziane jest jeszcze dodatkowe urządzenie, które unosi nóż ponad obrabianą część podczas powrotnego ruchu stołu. Dzięki temu, można zachować stosowany normalnie szybki posuw powrotny, bez nadmiernego zużywania modelu.

MECHANIZM DO KOPIOWANIA „CLEARING"

Na rys. 18 pokazany jest mechanizm do kopiowania „Clearing", którym można kopiować z modeli wykonanych z materiałów stosunkowo miękkich, jak na przykład gips. Mimo, że docisk czujki na model jest zawsze bardzo delikatny i nieszkodliwy dla modelu, narzędzie związane z czujką jest prowadzone pewnie i zawsze znajduje się w odpowiednim położeniu, w stosunku do żłobionej formy. Dla łatwiejszego zrozumienia działania urządzenia należy zaznaczyć, że część mechanizmu, znajdująca się ponad linię A na rysunku, znajduje się w rzeczywistości w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny, w jakiej jest pokazana dolna część mechanizmu pod linią B. Suport C w swym ruchu posuwisto-zwrotnym przesuwa się przed modelem i żłobioną częścią D, które jeżeli założymy, że leżą w płaszczyźnie papieru, to czujka i narzędzie będą prostopadłe do płaszczyzny papieru. Gdy regulator ruchów G znajduje się w położeniu centralnym (jak na rysunku), pompa rotacyjna F tłoczy olej do niego przewodem H, skąd następnie do zaworu J posuwu suportu C. W położeniu zaworu J pokazanym na rysunku, olej płynie dalej przewodem L do lewej strony cylindra K, posuwu suportu C. Jednocześnie olej znajdujący się w prawej części cylindra K zostaje wytłaczany przewodem równoległym do zaworu J, skąd przewodem M wylewa się do zbiornika. Suport w tym wypadku przesuwa się w prawo. Za pomocą dźwigni i zderzaków zamocowanych na suporcie, zawór J jest odpowiednio sterowany tak, że w rezultacie uzyskuje się okresowo zwrotny posuw suportu C.

Część oleju tłoczonego przez pompę F płynie do odgałęzionego przewodu N, skąd przez szczelinę pomiędzy tarczą W, widoczną na rysunku, a cylindrem regulatora G, olej płynie przewodem O do cylindra posuwu wrzeciona, gdzie prze na tłoki P, dociskając w ten sposób narzędzie do obrabianej części. Parcie oleju na tarczę W nie niweczy jednak działania sprężyn Q. Tarcza W wraz z trzonem R znajduje się w położeniu neutralnym, skutkiem czego główny strumień oleju tłoczonego przez pompę F, płynie przewodem H, opływa trzon R i płynie dalej do zaworu J posuwu suportu.

Tak długo jak końcówka czujki wodzi po niewielkich wzniesieniach, lub wgłębieniach, czujka i narzędzie będą się przysuwać, lub odsuwać, od obrabianej części przy niewielkich zmianach posuwu suportu C, przy czym nie zachodzi potrzeba zmiany ilości oleju w cylindrze posuwu wrzeciona. W opisanym położeniu układu tłok zaworu sterującego S czujki jest odsunięty nieco od swego oparcia, dzięki czemu niewielki ale stały strumień oleju dostarczany jest do zaworu przewodem N. Gdy końcówka czujki dojdzie do zagłębienia, będzie ona dalej wiodła po powierzchni modelu pod działaniem sprężyny, wbudowanej w zawór sterujący czujki, a narzędzie będzie żłobiło takie samo wgłębienie, będąc przesuwane mechanizmem cylindra K. Osadzenie czujki i narzędzia na jednym i tym samym suporcie, oraz działanie sterujące zaworu S czujki na cylinder posuwu wrzeciona i tłoki P, powoduje to, że czujka i narzędzie poruszające się jednocześnie do — lub od modelu i obrabianej części.

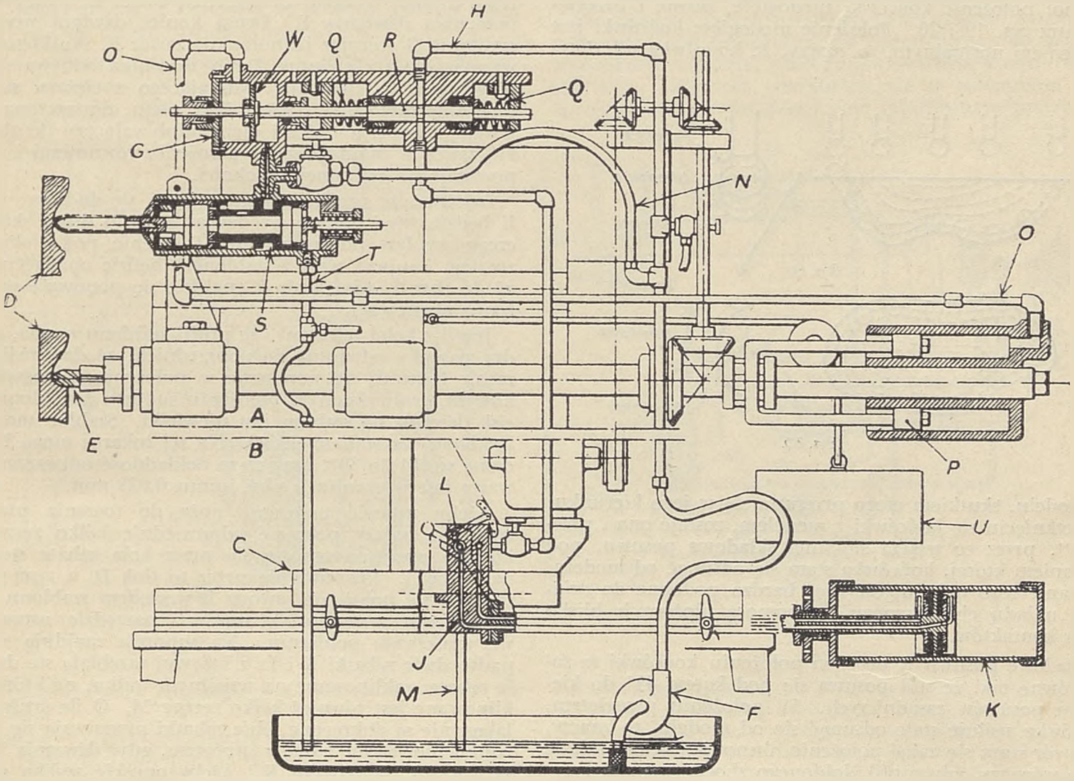
Gdy czujka dojdzie do wzniesienia, czy to w końcu żłobienia, czy w ruchu poprzecznym, czy w skośnym, zostanie cofnięta w tył. Skutkiem tego zawór S przesunie się

w prawo, przez co zwiększy strumień oleju przepływający przez przewód T do zbiornika. Ciśnienie w przewodzie O spadnie, a tym samym obniży się nacisk na tłoki P. Siła, wywierana przez ciężar U, przezwycięży ciśnienie w cylindrze i odsunie suport wrzeciona od obrabianej części o odległość, równą odległości, o jaką przesunęła się końcówka czujki.

Regulator ruchów G reaguje w wypadkach, gdy końcówka czujki napotyka wzniesienia, lub wgłębienia, o bardzo dużym spadku. Czas potrzebny do obróbki takich powierzchni jest znacznie większy, aniżeli w wypadku powierzchni bardziej regularnych, dlatego też posuw suportu C musi się odpowiednio zwolnić, ażeby narzędzie było w stanie obrobić należycie daną część formy. Załóżmy, że końcówka czujki napotkała na swej drodze głęboką wnękę.

tarczy W w lewo, powoduje jednoczesne przesunięcie zaworu R i zamknięcie przewodu. Zostaje przez to zmniejszony, albo nawet całkowicie zatrzymany dopływ oleju do zaworu sterującego i stołu, a co za tym idzie zwolnienie, albo zupełne zatrzymanie suportu C. Z chwilą, gdy końcówka czujki osiągnie dno zagłębienia, zawór sterujący czujki otwiera się i skierowuje część strumienia oleju do przewodu T tak, że skutkiem zmniejszenia ciśnienia z prawej strony tarczy W, trzon (zawór suwakowy) R pod działaniem sprężyn Q wraca do neutralnego położenia.

Załóżmy następnie, że końcówka czujki, a tym samym i narzędzie, muszą pracować na powierzchni wznoszącej się stromo. Tak jak i poprzednio ruch suportu C musi się zwolnić, ażeby narzędzie miało czas obrobić odpowiednią powierzchnię. W pierwszej chwili, gdy końcówka dotknie



Rys. 18

Mechanizm do kopiowania „Clearing".

kę. Warunki, jakie zaistnieją w tym wypadku są podobne do warunków, jakie byłyby w wypadku, gdyby końcówka czujki natrafiła na otwór. Chcąc aby żłobienie formy było wykonane prawidłowo, mechanizm napędu suportu C musi uwzględnić czas, potrzebny na przesunięcie suportu, oraz na odtworzenie przez narzędzie wnęki. Przesuwająca się ponad wnęką końcówka czujki traci kontakt z powierzchnią modelu, skutkiem czego zawór sterujący S czujki przesuwa się w lewo i osiada w swym gnieździe. To przesunięcie zaworu zamyka całkowicie odpływ oleju do zbiornika i skierowuje go do regulatora G, powodując przez to wzrost nacisku na prawą stronę tarczy W.

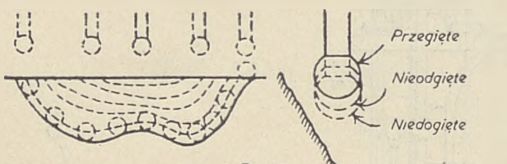
Luz pomiędzy tarczą W, a cylindrem nie jest duży, i tylko niewielka ilość oleju może przedostać się do lewej strony cylinrda, skutkiem czego tarcza W przesuwa się w lewo tylko lekko. Nadmiar oleju płynie teraz do cylindra posuwu suportu wrzeciona, prze na tłoki P i dociska narzędzie ze zwiększoną siłą do żłobionej części. Przesunięcie

wzniesienia, zostanie odchylona w bok, skutkiem czego otwiera się zawór S tak, że olej przepływa swobodnie przez zawór do przewodu T, i następnie wylewa się do zbiornika. Skutkiem tego, następuje spadek ciśnienia w przewodzie O tak, że ciężar U jest obecnie w stanie przesunąć suport wrzeciona w prawo. Z chwilą, gdy końcówka czujki wchodzi na szczyt wzniesienia, zawór S zostaje otwarty ponownie tak, że większa ilość oleju wylewa się przewodem T do zbiornika. Jednocześnie, pod naparciem ciężaru U olej wypływa z cylindra posuwu wrzeciona poprzez przewód O. Ponieważ w regulatorze G olej przepływa teraz z lewej strony cylindra do prawej, zawór R przesunie się w prawo i odetnie dopływ oleju do cylindra posuwu stołu K, zmniejszając przez to, albo nawet zatrzymując zupełnie, posuw suportu C.

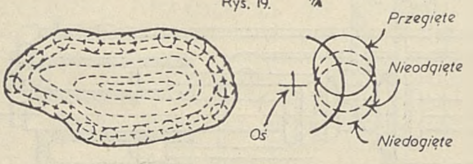
Gdy tylko końcówka czujki wejdzie na wierzchołek wzniesienia suwak R regulatora G powróci do położenia normalnego i pozostanie w nim, dzięki działaniu sprężyny Q.

URZĄDZENIE DO KOPIOWANIA „CINCINNATI"

Hydrauliczne mechanizmy sterujące dają się równie łatwo stosować na maszynach lekkich, jak ciężkich. Urządzenie do kopiowania firmy Cincinnati Milling Machines Ltd., może być zamocowane również dobrze na frezarkach poziomych, albo też na wielkich frezarkach pionowych, typu Hydro-Tel. Czujka, w tym wypadku, jest zbudowana na zasadzie tak zw. przechylnego zaworu . Urządzenie mocuje się zwykle z boku maszyny tak, aby końcówka czujki zajmowała właściwe położenie względem modelu. Jednocześnie narzędzie zajmuje odpowiednie położenie względem obrabianej części, analogicznie jak w innych typach urządzeń. Wymieniony wyżej przechylny zawór sterujący czujki ma trzy położenia zasadnicze, określone trzema odpowiednimi położeniami końcówki czujki, które nazwiemy kolejno: położenie końcówki niedogięte, proste i przegięte, patrz rys. 19 i 20. Położenie niedogięte końcówki jest położeniem normalnym, to znaczy, że końcówka nie dotyka modelu, skutkiem czego przesuwa się w jego kierunku. Po zetknięciu się końcówki z modelem, zostaje ona „przegięta", przez co włącza się inna składowa posuwu, pod działaniem której, końcówka stara się odsunąć od modelu. Działanie tego układu jest więc bardzo podobne do działania układu elektrycznego, za pomocą ułożonych blisko siebie kontaktów.



Rys. 19.



Rys. 20.

Składowe posuwu w prostym położeniu końcówki są sobie równe tak, że stół posuwa się pod kątem 45° do kierunku posuwów zasadniczych. W położeniu przegiętym, końcówka usiłuje stale odsunąć się od modelu, to znaczy, że zawór stara się zająć położenie równowagi, którą zajmie tylko wówczas, gdy profil żłobionego zbocza jest stały.

Przykład żłobienia w jednej i tej samej płaszczyźnie poziomej przedstawiony jest na rys. 19, gdzie uwidocznione są też trzy zasadnicze położenia końcówki, wynikające z przesunięć kątowych dokoło osi mimośrodowej. Przy tej metodzie kopiowania, posuw stołu wykorzystany jest jako składowa ruchów w lewo i w prawo. Składową ruchów prostopadłych do poprzednich uzyskuje się z suportu, o prowadnicach prostopadłych do ruchu stołu.

Przy żłobieniu w płaszczyźnie pionowej (rys. 20), każdy profil wykonywany jest przy wykorzystaniu posuwu stołu, oraz pionowego posuwu głowicy frezarki. Przekręcenie odpowiedniej dźwigni, przełącza maszynę na układ poziomy albo odwrotnie. Czujka i narzędzie tworzą praktycznie jedną całość tak, że narzędzie zakreśla taką samą drogę w stosunku do obrabianej części, jaką zakreśla końcówka czujki względem modelu. Nacisk końcówki na model jest niezwykle mały tak, że możliwe jest stosowanie modeli ze stosunkowo miękkich materiałów. Linie przerywane na rysunkach odnoszą się do kolejnych płaszczyzn równoległych, w jakich przesuwa się końcówka czujki, podczas gdy narzędzie skrawa kolejne warstwy materiału. W obydwu wypadkach, przejście od jednego położenia zasadniczego zaworu do drugiego, następuje po wychyleniu końcówki czujki rzędu około 0,025 mm.

TOKARKA G. F. HYDROKOPIARKA

Tokarka ta, pokazana schematycznie na rys. 21, należy do grupy maszyn specjalnych. Składa się ona z wrzeciennika, suportu i hydraulicznego konika. Suport jest zbudowany analogicznie do podstawy suportu frezarki, i jest przesuwny w kierunku pionowym, wraz z nożem, zamocowanym na nim w kierunku prostopadłym do osi obrabianej części. Ponad wymienionymi zespołami znajduje się ramię, służące do usztywnienia całości.

Wyposażenie hydrauliczne składa się z pompy trybikowej A, tłoczącej olej do cylindrów, w których znajdują się tłoki C i D. W tłoku D mieści się zawór E, z którym jest połączona dźwignia F. Drugi koniec dźwigni wodzi po szablonie G sterując jednocześnie zawór E, skutkiem czego wypływ oleju z cylindra D do zbiornika odbywa się odpowiednio do ciśnienia wynikającego z ciężaru suportu i oporów skrawania . Jeżeli ilość oleju, dostarczana przez pompę, równa jest ilości oleju odpływającego do zbiornika, zawór E znajduje się w położeniu równowagi i suport pozostaje na tej samej wysokości.

Załóżmy, że profil szablonu wznosi się do góry. Zawór E będzie więc popychany dźwignią F do dołu, skutkiem czego wypływ powiększy się. Ciśnienie pod tłokiem D zmaleje i suport wraz z szablonem będzie opadać na dół, aż do chwili, gdy zawór E znajdzie się ponownie w położeniu równowagi.

Jeżeli z kolei założymy, że profil szablonu opada, zachodzą zjawiska odwrotne do poprzednich, aż do chwili, gdy zawór E ustali się ponownie w położeniu równowagi, w nowym, podwyższonym położeniu suportu i szablonu. Nacisk dźwigni na szablon jest niewielki. Szablon może być wykonany ze stali miękkiej. Na tej tokarce mogą być toczone stożki do 30°, przy czym dokładność odtwarzania zawarta jest w granicach plus minus 0,025 mm.

Ażeby ustawić położenie noża do toczenia pierwszej średnicy, należy pokręcić odpowiednie kółko ręczne H, którego obroty przenoszą się przez koła zębate stożkowe na śrubę J. Przesuwa się przez to tłok D, a tym samym zmienia się położenie zaworu E względem szablonu, skutkiem czego przesuwa się suport i narzędzie ustawia się we właściwym położeniu. Na suporcie znajdują się ponadto dwie zębatki K i L, z którymi zazębiają się dwa koła zębate, zaklinowane na wspólnym wałku, na którym zaklinowane jest również kółko ręczne M. O ile śruby ustalające nie są dokręcone, obie zębatki przesuwają się w kierunku pionowym razem z suportem, gdyż dźwignia F działa również na zębatkę K. Ażeby opuścić szybko suport, należy pokręcić kółko ręczne M, co spowoduje przesunięcie się ku górze zębatki L, obniżenie zaworu E, a co za tym idzie zwiększenie odpływu oleju do zbiornika.

URZĄDZENIE DO KOPIOWANIA FIRMY BRITISH AIRCRAFT Co. (patent.)

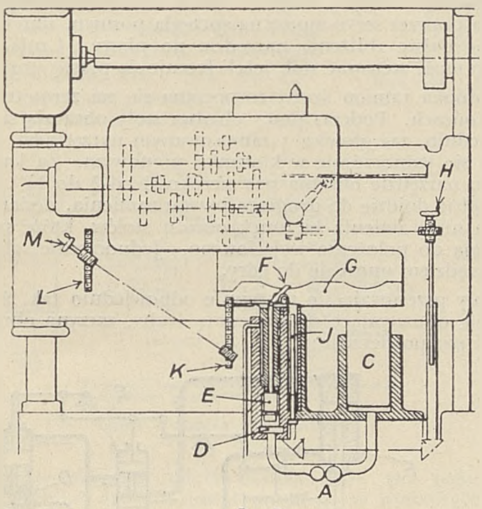
Urządzenie to składa się z trzech współpracujących obwodów: obwodu hydraulicznego, obwodu elektrycznego, oraz obwodu pneumatycznego. Ponadto charakterystyczne jest to, że w obwodzie hydraulicznym jest motor hydrauliczny, co w obecnie istniejących konstrukcjach obrabiarek jest rzadko spotykane. Być może że doskonałe wyniki, jakie otrzymano z tymi urządzeniami w konstrukcjach lotniczych, zachęcą konstruktorów obrabiarek do zastosowania ich w konstrukcjach powojennych.

Maszyna, której urządzenie do kopiowania jest obecnie omawiane, służy do frezowania wnęk międzyżeberkowych na głowicach cylindrów, oraz do prac podobnych. Do wykonywania tego rodzaju pracy potrzebne są tylko dwa posuwy narzędzia: posuw podłużny w lewo i w prawo, oraz posuw wgłąb materiału. Na rys. 22 pokazana jest czujka

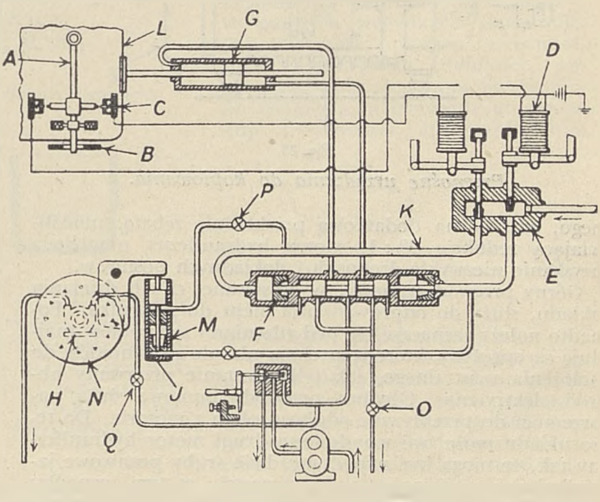
A zamocowana wahliwie na stole L, której końcówka wchodzi w bruzdę szablonu B. Na czujce zamocowany jest kołnierz którego kontakty mogą zamykać odpowiednie obwody elektryczne ze stałymi kontaktami C. Ponadto, poniżej kołnierza znajduje się zespół sprężyn, których zadaniem jest utrzymywanie czujki w środkowym położeniu.

Kontakty stałe C połączone są odpowiednio z solenoidami D, które działają bezpośrednio na tłoczki zaworu powietrznego E, sterującego obwód powietrzny pomiędzy zaworami E i F. Pompa trybikowa, widoczna w dolnej części rys. 22, tłoczy olej do części środkowej zaworu F, skąd przy położeniu tłoczków — jak pokazano na rysunku, olej jest kierowany do lewej strony cylindra G. Olej z prawej strony cylindra G wylewa się do zbiornika. Podobnie, jeżeli tłoczki zaworu F przesuną się w lewo, pompa tłoczy z kolei olej do prawej strony cylindra G.

Głębokość skrawania ustala motor hydrauliczny H, napędzany okresowo od wspólnej pompy, w chwili zmiany kierunku posuwu stołu. Ruch motoru jest regulowany za



Rys. 21.



Rys 22

pomocą urządzenia regulacji przelewu, przez zawór powietrzny J.

Załóżmy, że tłok w cylindrze G przesuwa się w prawo, dolna końcówka czujki oprze się w pewnej chwili o prawy brzeg bruzdy szablonu, powodując zamknięcie obwodu elektrycznego, w którym znajduje się prawy solenoid D. Solenoid ten przyciągnie dźwigienkę, która uniesie w górę prawy tłoczek zaworu powietrznego E, otwierając przewód powietrzny. Sprężone powietrze z zewnętrznego źródła przejdzie przewodem do prawej strony zaworu F i przesunie tłoczek zaworu w lewo. Powietrze znajdujące się w lewej stronie zaworu F uchodzi przewodem K. To przesunięcie tłoczka zaworu F w lewo pozwala na wpłynięcie oleju pod ciśnieniem do cylindra G i tym samym spowodowanie przesunięcia stołu L w lewo. Stół będzie się przesuwał w lewo aż do chwili, gdy końcówka czujki oprze się o przeciwną krawędź szablonu i spowoduje zamknięcie drugiego obiegu elektrycznego, obejmującego lewy solenoid D. Opisany cykl czynności powtarza się automatycznie, aż do wyfrezowania wnęki na żądaną głębokość.

Jak widać z rysunku, ciśnienie powietrza, przesuwające tłoczek zaworu F, przenosi się do zaworu powietrznego, unosząc odpowiednio tłoczek M. Tłoczek ten działa na urządzenie regulacji przelewu, powodujące obrót tarczy N, która z kolei obraca śrubę posuwu głębokości żłobienia. Czynności te powtarzają się za każdym razem, gdy stół osiągnie krańcowe położenie posuwu podłużnego. Szybkość posuwu podłużnego stołu może być zmieniana zaworem O, regulującym odpływ oleju z cylindra G. Urządzenie regulacji przelewu i motor hydrauliczny mogą być sterowane odpowiednio zaworami P i Q.

System ten składa się z obwodu powietrznego sterowanego obwodem elektrycznym. Prąd potrzebny do obwodu elektrycznego jest stosunkowo słaby, ale zupełnie wystarczający do opisanego działania.

PRZENOSNE URZĄDZENIE DO KOPIOWANIA „DUPLIMATIC" F-MY GASTON & MARBAIX, LTD.

Istnieje cały szereg urządzeń przenośnych do kopiowania, które można dołączyć do mechanizmu napędu podłużnego tokarki, albo do napędu śruby posuwu stołu frezarki.

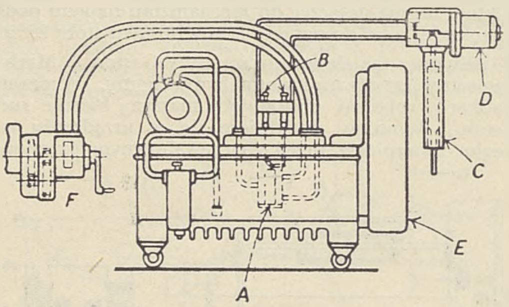
W jednym z takich urządzeń, firmy Gaston & Marbaix, zastosowany jest również motor hydrauliczny. W pewnych wypadkach, robotnik obsługujący maszynę kieruje ruchami stołu. Wówczas, znajdujące się w urządzeniu czułe sprzęgło, zabezpiecza przed zbyt gwałtownym przesuwem, zwłaszcza gdy żłobienione jest stromie wgłębienie. W tym wypadku, posuw musi być zmniejszony, odpowiednio do szybkości skrawania. Dzieje się to skutkiem działania sprzęgła włączanego automatycznie przez solenoid, zgodnie z impulsami przesyłanymi przez końcówkę czujki, regulujący posuw poprzeczny w stosunku odwrotnym do szybkości czujki. W ten sposób wyklucza się możliwość nadmiernego zagłębiania się narzędzia w obrabianą część, nawet gdy zmiany jej profilu są bardzo gwałtowne. Ponadto, zachowany jest zawsze odpowiedni stosunek pomiędzy wielkością obydwóch posuwów.

Urządzenie, pokazane na rys. 23, składa się z przenośnego zbiornika oleju, oraz pompy napędzanej silnikiem, tłoczącej olej do zaworu rozdzielczego A. Zawór skierowuje olej do jednego z dwuch gumowych przewodów, w zależności od swego położenia, które jest zależne od dwóch solenoidów B. Każdy z tych solenoidów jest połączony z kontaktem w czujce C. Jeżeli końcówka czujki przesuwa się w górę, zostaje zamknięty obwód lewego solenoidu, gdy zaś końcówka opada na dół, zostanie zamknięty drugi obwód i prawy solenoid będzie wzbudzony. Kulka na górnym końcu czujki utrzymuje poziomą dźwigienkę w położeniu niekontaktowym. Jeżeli jednak zostanie ona zetknięta z górnym, lub dolnym kontaktem, to styk jest tylko chwilowy, gdyż krzywka, zamocowana na wałku D silnika, wprawia dźwigienkę w ruch wibrujący wysokiej czę-

stotliwości. Kontakt jest stale przerywany 1000 razy na minutę.

Urządzenie to zamienia wszelki ruch poziomy modelu na pionowy przesuw czujki, a pionowe przesuwy modelu przekazuje bezpośrednio.

Jeżeli końcówka czujki obniża się, kulka umieszczona w jej wierzchołku pozwala opuścić się wibrującej dźwigience, która styka się chwilowo z dolnym kontaktem, co wzbudza lewy solenoid. Solenoid ten obniża tłok zaworu A, co skierowuje olej dolnym przewodem do motoru hydraulicznego F, napędzającego śrubę stołu. Ze względu na niezwykle małe i dokładne dozowanie oleju, dopływającego do motoru za każdym zwarciem kontaktów obwodu elektrycz-



Rys. 23.

Przenośne urządzenia do kopiowania.

nego, oraz — na dodatkową przekładnię zębatą, umożliwiającą redukcję 30 : 1, motor hydrauliczny umożliwia uzyskanie niezwykle drobnych i dokładnych posuwów.

Górny przewód gumowy, w opisywanej chwili działania układu, służy do odprowadzania oleju do zbiornika. Ponadto należy zaznaczyć, że pod rdzeniami solenoidów znajdują się sprężyny, które wypychają rdzenie z solenoidów do położenia neutralnego, jak tylko zostanie przerwany obwód elektryczny. Obydwa przewody gumowe służą naprzemian do przepływu i odpływu oleju z motoru. Do tego układu może być wbudowany drugi motor hydrauliczny tak, że mogą być napędzane dwie śruby posuwowe jakiejkolwiek maszyny. Czujka pozostaje w tym wypadku bez zmiany. Konieczne jest tylko dodanie dodatkowych solenoidów. Na tablicy rozdzielczej E znajdują się przyciski do uzyskania czterech zmian kierunków, oraz przyciski do włączania i wyłączania urządzenia.

OBRÓBKA ŚMIGIEŁ I ŚRUB OKRĘTOWYCH

Obróbka śmigieł, a tembardziej śrub okrętowych, jest operacją bardzo skomplikowaną, ze względu na jeden, lub wszystkie z wymienionych niżej czynników:

1. charakterystyki maszyny muszą uwzględniać możliwość obróbki przedmiotu o szerokim zakresie wymiarów.
2. profile tak strony ciśnieniowej, jak też strony depresyjnej mogą się zmieniać.
3. Skok strony ciśnieniowej może być zmienny.
4. Ramiona mogą być lewo, lub prawo skrętne.

W pewnych wypadkach mogą zaistnieć dalsze trudności, gdy wymiary przedmiotu są duże i konieczne jest kopiowanie z modelu, wykonanego w skali zmniejszonej. Również fakt, że ramiona muszą być obrabiane na całej swej powierzchni aż do piasty, utrudnia ustawienie i zamocowanie śruby. Ponadto ramiona mogą być prostopadłe do osi, lub odchylone.

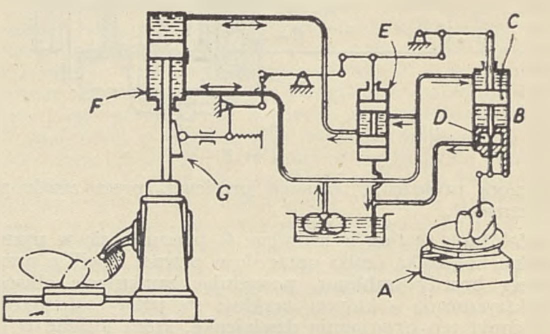
Obróbka może być wykonana przez struganie. Do tego celu firma Butler Machine Tool Co. Ltd. skonstruowała bardzo pomysłową maszynę, pokrywającą wszystkie wymogi obróbki różnych śrub okrętowych. Maszyna ma specjalny stół o ruchach podnoszącym i obracającym (na podobieństwo ruchów przy skrawaniu gwintu), przy nieruchomym nożu (obróbka strony ciśnienia). Specjalny mechanizm podziałowy przestawia stół do obróbki jednego ramienia po drugim. Do obróbki grzbietów ramion (strona depresji) śruby, przewidziany jest specjalny mechanizm kopiujący w tyle maszyny. Ruchy mechanizmu tego są zsynchronizowane z ruchem stołu, na którym umieszczona jest śruba. Ogólnie biorąc, zmianom wysokości położenia mechanizmu do kopiowania, odpowiadają zmiany wysokości położenia kolejnych punktów powierzchni ramienia śruby. Uzyskuje się je przez odpowiedni dobór kół zmianowanych.

Na rys. 24 pokazany jest schemat części hydraulicznej maszyny do kopiowania, konstrukcji szwajcarskiej. Zauważamy, że śruba spoczywa na obrotowym stole, przesuwnym po łożu. Ruchy tego stołu są zsynchronizowane z ruchami drugiego ,mniejszego stołu A. Stół A obraca się z tą samą szybkością co stół poprzedni, oraz może być odpowiednio ustawiany do kopiowania w żądanej skali. Obydwa stoły są przesuwane od jednej skrzynki biegów, zawierającej sprzęgła hydrauliczne.

Dla ochrony piasty śruby, przewidziany jest dodatkowy mechanizm z czujką, która w chwili dotknięcia do piasty, działa poprzez servo-motor na sprzęgła posuwu, uniemożliwiając dalsze zbliżenie narzędzia do piasty. Czujka ponadto może sterować stół, jeżeli frezuje się piastę stożkową.

Obróbka ramion śruby rozpoczyna się na zewnętrznych ich końcach. Podczas pracy obydwa stoły obracają się odpowiednio, zaś głowica z zamocowanym narzędziem, przesuwa się jednocześnie w kierunku pionowym. Za każdym razem narzędzie obrabia pas szerokości od $\frac{3}{4}$ do $1\frac{1}{2}$". Gdy narzędzie dojdzie do drugiego brzegu ramienia, dodatkowy mechanizm zmienia kierunek obrotu stołów, które szybko wracają do położenia wyjściowego. Jednocześnie, głowica z narzędziem unosi się do góry.

Stoły przesuwają się następnie odpowiednio tak, że narzędzie opuszczające się na ramię śruby, zaczyna obrabiać nowy pas powierzchni.



Rys. 24.

Gdy jedno ramię śruby zostało obrobione całkowicie, aż do samej piasty, obydwa stoły zostają rozłączone. Stół maszyny ze śrubą obraca się następnie o ułamek obrotu, odpowiedni do ilości ramion obrabianej śruby, poczem obydwa stoły zostają ponownie połączone i pracują dalej, identycznie przy obróbce drugiego ramienia, jak przy obróbce pierwszego.

Na rys. 24 pokazany jest schemat maszyny. Na stole A zamocowany jest model, po którym wodzi końcówka czujki. Czujka działa na servo motor B.

Przez E oznaczony jest zawór główny, który steruje dopływ oleju do cylindra F posuwu wrzeciona. Na maszynie tej można obrabiać śruby okrętowe od 900 do 5500 mm średnicy i do 400 mm szerokości ramienia, stosując posuwy do 300 mm/min. Dokładny stosunek skali pomiędzy modelem, a obrabianą śrubą, oraz wielkość głębokości skrawania, można ustalić za pomocą krzywki G.

PLASTYKI W PRZEMYŚLE

(H. L. Flynn, „The Machinist“, 27th July, 1946.)

(Dokończenie.)

Tłumaczył inż. Z. Jakusz, W.I.T.

KONSTRUKCJA FORM

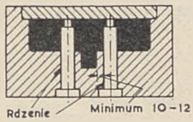
Podstawowe zasady konstrukcji.

Dla wykonania dobrej formy konieczna jest ścisła współpraca między konstruktorem i wykonawcą. Doświadczenie ostatnich lat wykazało,że istnieją pewne prawidła, których nie wolno pomijać i konstrukcję form oparto na ściśle technicznych zasadach.

Formy do formowania pod ciśnieniem.

Dla wymiarów mieszanych mogą być otrzymane tolerancje ± 0,05 mm jako minimum, które daje się uzyskać w opłacalny sposób; powszechniejszą jest jednak tolerancja ± 0,10.

Wypychacze służą do wypchnięcia przedmiotu z matrycy lub tłocznika i lepiej jest stosować większą ich ilość, gdyż zbyt mała ilość powoduje zniekształcenie lub uszkodzenie przedmiotu. Forma zazwyczaj tak jest skonstruowana, że ślady pozostawione przez wypychacze na przedmiocie,

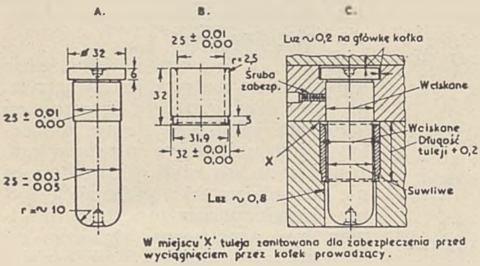


Rys. 20. *Formowanie otworów.*

przedmiotach, może być ona nieco zwiększona. Jedną z dróg zapewnienia przedmiotowi trwałości jest dobre zaokrąglanie wszelkich krawędzi i naroży (rys. 22). Zaokrąglenia takie wzmacniają również formę i zmniejszają zużycie tłocznika.

Powierzchnia podziału formy.

Właściwe obranie płaszczyzny podziału formy jest bardzo ważne ze względu na tworzenie się „rąbka“. W pewnych wypadkach ślad rąbka (rys. 23) może upiększyć przedmiot. Przy niewłaściwie dobranej powierzchni podziału, rąbek jest trudny do usunięcia, a usuwanie go powoduje uszkodzenia, lub zarysowania



Rys. 19. *Kołek i tuleja prowadząca.*



Rys. 21. *Formowanie przedmiotów głębokich. Grubość ścianki na dole oraz grubość dna winna być większa od grubości ścianki u góry przedmiotu.*



Rys. 22. *Zaokrąglone naroża (po prawej stronie) dają lepszy rozkład materiału.*

Tolerancje skurczu należy obliczać na podstawie danych dostarczonych przez wytwórcę surowej masy plastycznej. Tolerancje dla wymiarów zewnętrznych są obliczane w ten sposób, że do wymiaru nominalnego dodaje się ¾ tolerancji w górę, a następnie do otrzymanego wymiaru dodaje się obliczony naddatek na skurcz. Dla wymiarów wewnętrznych od wymiaru nominalnego odejmuje się ¾·tolerancji w dół i dodaje poprawkę na skurcz materiału. Ostateczny rezultat określi stopień dokładności tolerancji.

Kołki prowadzące (rys. 19), o ile to jest możliwe, powinny być umieszczone w płycie dolnej formy. Zapobiega to dostawaniu się odpadków i kurzu do otworów prowadzących. Kołki te powinny być rozstawione możliwie daleko od siebie, a gdy płyty są nieutwardzone, kołki powinny być prowadzone w hartowanych tulejkach. Średnica kołków zależy od wielkości i wagi formy, oraz od stosowanego ciśnienia. Kołki są suwliwie pasowane do otworów, lub tulejek prowadzących.

są po jego niewidocznej stronie. W niektórych wypadkach wypychacze formują znak fabryczny na przedmiocie, lub też specjalne oznaczenia.

Używane są dwa typy wypychaczy: z główką roznitowaną lub z główką toczoną. Powyżej 12 mm średnicy wskazane jest stosować typ drugi, zaopatrując go w nakiełek w główce dla obróbki.

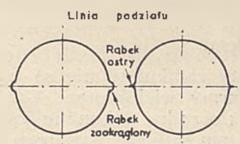
Kołki są również używane dla formowania otworów w wykonywanym przedmiocie (rys. 20).

Ważne jest takie wykonanie formy aby wyjmowanie z niej przedmiotu było łatwe. W tym celu należy przewidzieć zbieżność zarówno we wgłębieniu formy jak i na tłoczniku (rys. 21), oraz wypolerować dokładnie powierzchnie formujące. Klinowe działanie zbieżnych części form zwiększa gęstość formowanego materiału, co jest szczególnie pożądane przy wykonywaniu głębokich przedmiotów.

Dla większości przedmiotów stosuje się zbieżności w granicach od 1 : 100 do 1 : 60. Jeśli zbieżność ta byłaby zbyt widoczna przy bardzo głębokich

powierzchni wykonanego przedmiotu.

Wąskie obrzeże uszczelniające na powierzchni podziału pozwala na uzyskanie cienkiego rąbka. Jeśli grubość rąbka nie przekracza 0,08 mm, (co można uzyskać w formach otwartych lub zamkniętych z rąbkiem), łatwo jest go usunąć przez „bębnowanie“, stoczenie, lub zeszlifowanie. Dobrze jest pamiętać, że ciśnienie na materiał nie tylko jest uzyskane przez rozporządzalny nacisk prasy, lecz również — przez szczelne zamknięcie formy.



Rys. 23. *Polecany kształt rąbka na linii podziału.*

Dla formowania otworów przelotowych mogą być stosowane pojedyncze kołki dwustronnie podparte, lub dwa kołki ustawione naprzeciwko siebie i stykające się ze sobą. W ostatnim wypadku, jeden z kołków winien być nieco większej średnicy, a czoła obu kołków płasko zeszlifowane. Zwiększenie średnicy jednego z kołków pozwala na pozostawienie małej niewspółosiowości, która może

powstać na skutek odkształceń w czasie formowania. Cienki rąbek wewnątrz otworu jest łatwy do usunięcia. Dla otworów ślepych, długość formującego kołka nie powinna być dłuższa niż jego dwie średnice. Dla otworów o średnicy mniejszej niż 1,6 mm, długość kołka nie powinna być większa od jego średnicy. Grubość ścianki między otworami nie powinna być mniejsza niż 2,5 mm, zaś odległość otworu od krawędzi przedmiotu równa co najmniej średnicy otworu. Boczne lub skośne otwory są trudne do wykonania przez formowanie pod ciśnieniem, natomiast usunięcie bocznych rdzeni jest łatwe przy formowaniu przez wytłaczanie.

Zgrubienia są stosowane do wzmocnienia obrzeży otworów w ściankach i pozwalają na zmniejszenie grubości tych ostatnich. Zgrubienia te winny być wykonane z właściwą zbieżnością. Jeśli „nadlewki" są wykonane na zewnętrznej powierzchni przedmiotu, muszą wystawać co najmniej 0.4 mm aby można było je wyrównać przy pomocy papieru ściernego.

Wkładki metalowe muszą być dobrze umiejscowione w formie, aby nie zostały przesunięte podczas formowania przedmiotu.

Wkładki z wewnętrznym gwintem winny wystawać nieco ponad powierzchnię formowanego przedmiotu, aby podczas formowania zapobiec przedostawaniu się materiału do wewnątrz gwintu, co zmuszałoby do oczyszczania gwintu przy pomocy gwintownika.

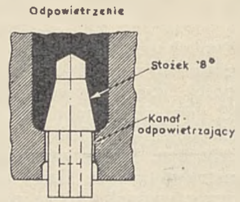
Dla formowania w formie otwartej, korzystnie jest stosować materiał w nadmiarze wstępnie uformowany i podgrzany. Formę należy zamykać powoli, aby materiał mógł się dobrze nagrzać i częściowo zestalić przed całkowitym zamknięciem formy. Odmienną metodą jest dosunięcie części formy do siebie pod małym naciskiem i utrzymanie w tym stanie przez parę sekund, a następnie dociśnięcie ich do siebie całkowitym naciskiem.

Formy zamknięte nie są polecane jako formy wielokrotne. Gdy pasowanie tłocznika wykonane jest z dużym luzem, lub gdy nacięte są na nim rowki przelewowe dla nadmiaru materiału, a ruch tłocznika ograniczony jest przez zewnętrzne zderzaki, uzyskanie odpowiedniego ciśnienia na formowany materiał jest trudne lub nawet niemożliwe.

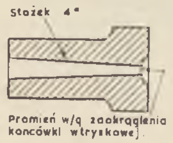
W formach zamkniętych powinny być przewidziane rowki przelewowe. Muszą one być zaprojektowane w ten sposób, aby mogły być oczyszczone przy pomocy podmuchu sprężonego powietrza, bez potrzeby usuwania resztek materiału przy pomocy pyszczka przewodu powietrznego lub skrobaka.

Formy do formowania przez wytłaczanie.

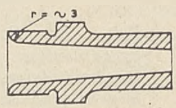
Dla tych form matryce, tłocznik i mechanizm wypychający jest taki sam jak dla form otwartych, z tym że muszą być dodane: cylinder z nurnikiem, gardziel, oraz kanały doprowadzające i rozprowadzające. W wypadku jednej gardzieli, winna ona być umieszczona jak najbliżej osi cylindra. Luz pomiędzy cylindrem i nurnikiem należy wykonać możliwie mały dla zapewnienia wydajnej pracy, ale dostatecznie duży aby nie zachodziło rysowanie ścian cylindra. Luz na stronę, wielkości 0,02 do 0,08 mm (zależnie od średnicy cylindra), jest zazwyczaj wystarczający. Mały promień zaokrąglenia między ścianą a dnem cylindra ułatwia usunięcie pozostałości materiału. Ilość, stosowanych dla danej formy cylindrów, gardzieli i kanałów rozprowadzających, jest dowolna, co pozwala na budowę form wielokrotnych, zasilanych jednym wsadem. Kanały rozprowadzające winny być wykonane o zbieżnym przekroju poprzecznym (przekrój trapezowy). Zbieżność ścianek wynosi zwykle od 1 : 5 do 1 : 3,5, co pozwala na łatwe usuwanie przedmiotów.



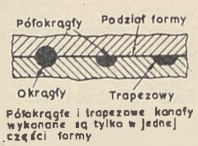
Rys. 24. *Odpowietrzenie formy można wykonać wokół kołków wypychających.*



Rys. 25. *Gardziel dla form wtryskowych.*



Rys. 26. *Gardziel dla formowania przez wytłaczanie.*



Rys. 27. *Kształt kanałów rozprowadzających.*

Formy te podobnie jak i formy wtryskowe muszą być zaopatrzone w kanały odpowietrzające. Wielkość ich musi być taka, aby pozwoliła na swobodny przepływ powietrza, nie pozwalając jednak na wypływ materiału. Należy rozmieścić je w taki sposób, aby nie kolidowały z innymi kanałami, lub częściami, oraz aby ewentualny ślad pozostawiony przez nie, był łatwy do usunięcia z przedmiotu (rys. 24).

Formy wtryskowe.

Formy te składają się zasadniczo z dwóch części: jednej przymocowanej do stałej płyty maszyny i swą gardzielą dotykającej końcówki wtryskowej cylindra, oraz drugiej — połączonej z ruchomą płytą maszyny; część ta ma wbudowany mechanizm wypychający. Powierzchnie styku tych dwóch części są szlifowane i dotarte do siebie, aby zapewnić szczelne zamknięcie formy i uniknąć tworzenia się rąbka.

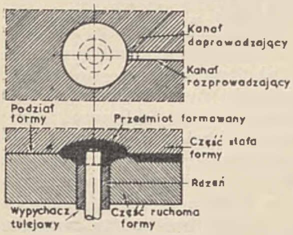
Forma o osiowym nacisku, gdzie wgłębienie w matrycy jest symetryczne względem gardzieli, a strumień materiału jest równomiernie rozdzielony, jest najlepszym rozwiązaniem. Jeśli kształt lub wielkość przedmiotu nie pozwala na taką konstrukcję formy, kształt płaszczyzny styku powinien być symetryczny względem osi maszyny, aby zmniejszyć mimośrodowe jej obciążenie i wywołane tym dodatkowe naprężenie.

Kołki prowadzące.

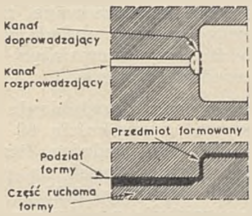
Części formy winny być prowadzone względem siebie na dwóch lub więcej kołkach prowadzących, wciśniętych w tę część formy, która umocowana jest do stałej płyty maszyny. Rozwiązanie to daje łatwiejszy dostęp dla wyjęcia uformowanego przedmiotu. Kołki powinny być dłuższe niż najdłuższy rdzeń, aby weszły w tulejkę prowadzącą, zanim rdzeń zagłębi się w matrycy. Wgłębienia formujące mogą być wykonane bezpośrednio w formie lub jako utwardzone stalowe wkładki, wciśnięte w korpus formy. Matryca (część formująca zewnętrzne obrysie przedmiotu) winna być mocowana do stałej płyty maszyny. W tym wypadku przedmiot kurcząc się wychodzi łatwo z matrycy i zostaje na rdzeniu tłocznika, z którego następnie zostaje usunięty przez urządzenie wypychające.

Korpusy form wykonywane są ze stali kutej, kanały chłodzące są zwykle wiercone; pożądane jest właściwe ich rozmieszczenie, celem zapewnienia równomiernego chłodzenia.

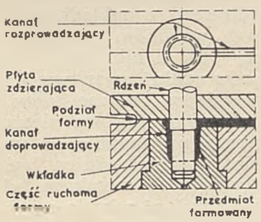
Gardziel formy posiada stożkowy kształt o gładko wypolerowanej powierzchni i znajduje się w nieruchomej części formy, w jednej osi z końcówką wtryskową maszyny. Stożek gardzieli, o zbieżności 1 : 25 do 1 : 40, skierowany jest swym węższym



Rys. 28. *Znormalizowany kanał doprowadzający.*



Rys. 29. *Kanał doprowadzający wachlarzowy.*



Rys. 30. *Kanał doprowadzający pierścieniowy.*

końcem ku końcówce i posiada średnicę większą o ok. 0.8 mm od średnicy otworu końcówki, celem ułatwienia usunięcia materiału z gardzieli. Gardziel należy wykonać jako stalową utwardzoną tulejkę (rys. 25 i 26), wciśniętą w nieruchomą część formy. Tulejka posiada kołnierz oporowy, nie może jednak ona przenosić nacisku części ruchomej formy. Od strony zewnętrznej tulejka jest wyposażona w gniazdo dla końcówki wtryskowej. Kanały rozprowadzające, które prowadzą od gardzieli do poszczególnych wgłębień, należy zazwyczaj wykonać w części ruchomej formy. Winny one być gładko wypolerowane w kierunku płynięcia materiału oraz możliwie krótkie, gdyż spadek ciśnienia w kanałach jest proporcjonalny do kwadratu ich długości. Powierzchnia przekroju poprzecznego głównego kanału rozprowadzającego powinna być równa sumie powierzchni przekrojów poprzecznych kanałów bocznych. Kanały o przekroju kołowym są najlepsze, gdyż dają najmniejszy opór przepływu, lecz również stosowane są przekroje półokrągłe lub trapezowe (rys. 27).

Otrzymanie dobrego odlewu wtryskowego zależy głównie od właściwie rozwiązanego kanału doprowadzającego (rys. 28), to jest tej części kanału czy kanałów rozprowadzających, gdzie te ostatnie łączą się z wgłębieniem formy. Im kanał ten jest płytszy, tym łatwiej oddzielić uformowany przedmiot od nadlewków. Głębokość kanału zależy od ciśnienia, temperatury materiału i temperatury formy. Należy zaczynać próby od kanału, głębokości 0,6 mm i stopniowo go pogłębiać, aż do chwili otrzymania dobrze uformowanego przedmiotu.

W formach wielokrotnych stosowany jest kanał doprowadzający znormalizowany, upraszczający operacje wykańczania. Przy formowaniu cienkich płaskich przedmiotów, stosowany jest kanał doprowadzający płaski, typu wachlarzowego (rys. 29), celem rozprzestrzenienia materiału i zmniejszenia oporów przepływu.

Pierścieniowy kanał doprowadzający (rys. 30) jest używany dla cienkościennych cylindrycznych przedmiotów. Materiał wpływa do formy dookoła rdzenia i płynie równomiernie wzdłuż niego, nie tworząc pęcherzy powietrznych.

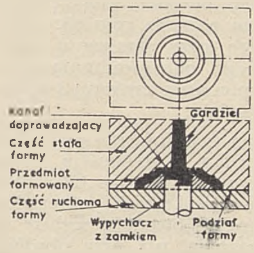
Tarczowy kanał (rys. 31) dla płaskich kołowych przedmiotów doprowadza materiał bezpośrednio z gardzieli wzdłuż wewnętrznej krawędzi przedmiotu. Odwrotnie jest przy kanale pierścieniowym, który doprowadza materiał wzdłuż krawędzi zewnętrznej.

Gdy wtrysk jest umieszczony dokoła różnie ukształtowanych rdzeni i wkładek, uzyskuje się lepsze połączenie strumieni w najdalszym od kanału doprowadzającego punkcie przez umieszczenie tam kanału odpowietrzającego. Kanały odpowietrzające winny być umieszczone w miejscach łączenia się strumieni materiału. Kanały te ułatwiają odpływ powietrza, które, w razie uwięzienia w formie, uniemożliwiałoby wypełnienie jej materiałem.

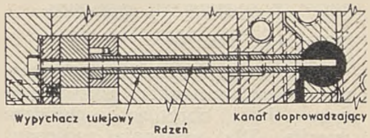
W wypadku, gdy nie da się inaczej rozwiązać odpowietrzania, można wywiercić w formie otwór o średnicy nie większej jak 0,6 mm. Otwór winien być stożkowy, rozszerzający się ku stronie zewnętrznej formy. W korpusie formy należy wywiercić otwór o nieco większej średnicy.

Urządzenie wypychające.

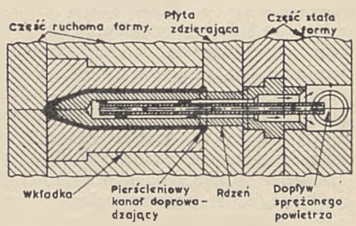
Usunięcie przedmiotu z formy odbywa się zwykle przez ruch jednej z części formy, podczas jej otwierania. W użyciu są trzy metody: usuwanie przy pomocy wypychacza, przy pomocy tulei wypychających (rys. 32), nałożonych na rdzenie lub kołki formujące, albo przy pomocy płyty zdzierającej (rys. 33). Urządzenia wypychające wbudowane są do części ruchomej formy i napędzane są przez jej



Rys. 31. *Kanał doprowadzający tarczowy.*



Rys. 32. *Wypychacz tulejowy.*



Rys. 33. *Rdzeń chłodzony powietrzem.*

ruch powrotny (otwieranie). Czoła wypychaczy lub tulei opierają się bezpośrednio o powierzchnię przedmiotu i wypychają go z wgłębienia, lub spychają z rdzeni.

OBRÓBKA MASZYNOWA

Normalne obrabiarki i specjalne narzędzia tnące.

Obróbka mas plastycznych może się odbywać na normalnych obrabiarkach, z tym, że narzędzia tnące muszą być przystosowane do tej obróbki. Dla większości mas plastycznych stosowane szybkości skrawania, posuwy i głębokości są podobne do stosowanych przy obróbce mosiądzu i miedzi. Mniejsza wytrzymałość mas plastycznych na ścinanie pozwala na użycie większych szybkości skrawania i posuwów, gdy jednocześnie większa sprężystość, zmusza do stosowania większych kątów przyłożenia i mniejszych kątów natarcia.

Różne fizyczne i chemiczne własności mas plastycznych wymagają nieznacznych zmian w konstrukcji narzędzi.

W ogólności następujące własności mas plastycznych wpływają na sposób ich obróbki: *mała przewodność cieplna* wymaga zmniejszenia wytwarzanego przy skrawaniu ciepła lub szybkiego odprowadzania go, celem zabezpieczenia zarówno produktu jak i narzędzia.

Mała twardość pozwala na zdzieranie wióra z szybkością większą od stosowanych dla metali. Własności ścierne niektórych materiałów plastycznych powodują szybsze tępienie się narzędzi niż przy obróbce stali, co wymaga dla pewnych operacji produkcyjnych, stosowania narzędzi z ostrzami azotowanymi lub z nakładkami ze spieczonych węglików.

Wiercenie (rys. 34).

Przy wierceniu mas plastycznych ważna jest konstrukcja wiertła, stosowane ilości obrotów i chłodzenie wiertła. Dla uzyskania najlepszych wyników polecane jest specjalne wiert.o spiralne z szerokimi dobrze wypolerowanymi żłobkami i dobrym odprowadzeniem wiórów. Dla otworów przelotowych, wiertło powinno posiadać mały kąt nachylenia żłobka, zaś dla otworów ślepych — duży. Przy wierceniu materiałów warstwowych ,,łysinka" wiertła winna być prawie całkowicie usunięta, przez poszerzenie żłobka, dla zapewnienia jak najłatwiejszego odprowadzania wiórów. Krawędź wierzchołka wiertła należy stępić, aby zapobiec podrywaniu przedmiotu na wiertło.

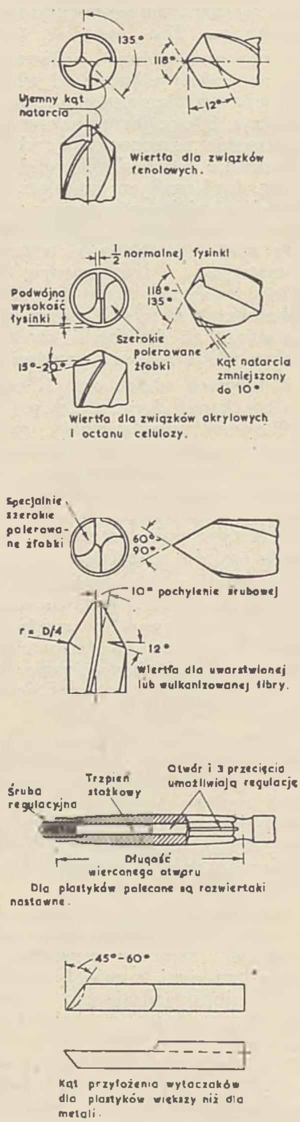
Mały kąt nachylenia śrubowej żłobka (ok. 17°), szczególnie przy wierceniu materiałów z octanu i azotanu celulozy, zapewnia szybkie odprowadzanie wiórów i zmniejsza nagrzewanie się wierconego materiału.

Kąt przyłożenia ok. 40° pozwala na skrawanie ilości materiału, która może być swobodnie odprowadzana przez żłobki.

Małe kąty zaostrzenia wiertła dają dobre rezultaty, ale są niepożądane przy wierceniu ślepych otworów. Kąt zaostrzenia równy nawet 60° może być z powodzeniem stosowany dla wiercenia cienkich płyt i tulejek — normalnie jednak stosuje się kąt 90°.

Ponieważ materiał warstwowy kurczy się nieco po usunięciu wiertła, konieczne jest dla otrzymania właściwego wymiaru, stosowanie wiertła o średnicy większej o 0,05 do 0,1 mm od średnicy otworu.

Dolne granice stosuje się dla wiercenia materiałów uwarstwowionych o wypełniaczu szklanym. Dla wiercenia otworów powyżej 6 mm średnicy w materiałach uwarstwionych o wypełniaczu szklanym lub azbestowym polecone są wiertła z nakładkami ze spieczonych węglików, używane do wiercenia metali.



Rys. 34. *Wiertła dla mas plastycznych.*

Szybkość wiercenia.

Przy użyciu ostrych narzędzi i dobrym odprowadzaniu ciepła można stosować szybkości aż 90 — 105 m/min. Mniejsze szybkości są stosowane dla materiałów uwarstwionych o wypełniaczu szklanym, materiałów z polistyrenu i metakrylanu metylowego. Posuw należy stosować duży, jednak taki, aby nie powodować dużego nacisku osiowego. Przy wierceniu głębokich otworów, wiertło winno być wycofywane często z otworu, celem chłodzenia i usunięcia wiórów.

Większość mas plastycznych może być wiercona bez chłodzenia, jakkolwiek strumień sprężonego powietrza jest idealnym chłodziwem przy stosowaniu dużych szybkości i jednocześnie usuwa wióry z przedmiotu.

Strumień wody zmniejsza ilość pyłu jak i nagrzewanie się wiertła przy wierceniu materiałów uwarstwionych o wypełniaczu szklanym. Przy wierceniu niewielkich ilości otworów wiertło może być zanurzane co trzy lub cztery otwory w mydle. Przy wierceniu z dużą szybkością octanu celulozy może być użyty rozpuszczalny olej — (olej mieszający się z wodą, stosowany przy wierceniu stali).

Wśród różnych wierteł specjalnych które mogą być stosowane, zasługuje na uwagę wiertło posiadające tylko jeden żłobek, zapewniający szybkie odprowadzanie wiórów.

Nawiercanie i pogłębianie można wykonywać z szybkością 60 m/min, aż do 125 mm średnicy. Posuw jest zwykle ręczny. Nacisk na początku wiercenia winien być lekki, aby gładka powierzchnia przedmiotu nie popękała. Jeśli zachodzą drgania, powinna być zmniejszona szybkość. Dla wycinania krążków oraz otworów w płytach można użyć wiertła dwuskrzydłowego z nakładkami ze spieczonych węglików i skrawać z szybkością 120 m/min. Przy wierceniu otworów wzdłuż uwarstwowienia, materiał winien być zaciśnięty w imadle lub między dwoma płytami. Przy wierceniu prostopadle do uwarstwowienia, materiał winien być mocno oparty o płytę metalową lub drewnianą dotąd, aż wiertło przejdzie całkowicie na wskroś.

Toczenie.

Materiały o wypełniaczu z tkaniny mogą być obrabiane nożami ze stali szybkotnącej, zaś dla materiałów o wypełniacza z papieru, grafitu, azbestu i szkła polecane są noże z nakładkami ze spieczonych węglików. Mogą one być szlifowane z kątem przyłożenia 33°, z tylnym kątem natarcia równym 0°, a bocznym równym 13°. Kły wewnętrzne lepiej się nadają przy obróbce materiałów uwarstwionych, niż kły zewnętrzne które mogą rozdzielać warstwy.

Dla toczenia i planowania, nóż winien być ustawiony w ten sposób, aby tylny wierzchołek krawędzi tnącej zbierał materiał nieco głębiej niż wierzchołek przedni, co zapewnia gładkie wykończenie powierzchni. Jeśli przedni wierzchołek krawędzi tnącej zbiera głębiej, powstaje zadzior na powierzchni. Noże do gwintowania i profilowe należy wykonać z kątem przyłożenia od 0 - 10°.

Noże do toczenia materiałów formowanych ze związków fenolowych powinny mieć tylny kąt natarcia równy zeru lub mały kąt ujemny, boczny kąt natarcia 15 - 18° i należy je ustawiać około 2° powyżej osi toczenia. Krawędź tnąca winna być taka, aby skrawany wiór miał kształt długiej cienkiej wstążki. Pożądane są zwykle duże szybkości skrawania wynoszące od 215 - 275 m/min. Toczy się zwykle na sucho, może być jednak zastosowane chłodziwo niezasadowe. W użyciu są lekkie, szybkobieżne tokarki. Nóż ustawiony jest zwykle pod kątem 60° do osi wrzeciona.

Szybkości skrawania dla mas plastycznych uwarstwionych z wypełniaczem szklanym lub azbestowym, przy użyciu noży z nakładkami ze spieczonych węglików, wynoszą zazwyczaj ok. 120 m/min., przy wypełniaczu z tkaniny — prawie dwukrotnie więcej. Posuw powinien być ok. 0,25 mm. zależy on od wymaganej gładkości powierzchni.

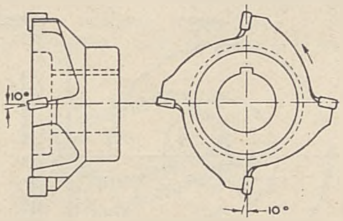
Gwintowanie.

Gwintowanie materiałów uwarstwionych odbywa się zwykle na „sucho", można jednak dla wiercenia i gwintowania głębokich otworów stosować chłodziwo składające się z 60% oleju gazowego i 40% nafty. Gwintowanie zewnętrzne i wewnętrzne wykonuje się przy użyciu normalnych narzędzi.

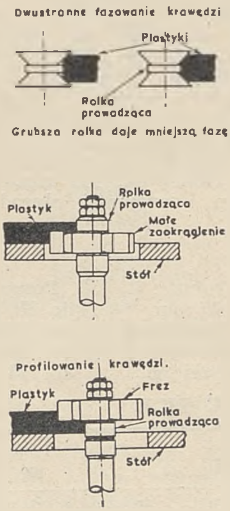
Grzebieniowe noże do toczenia gwintu winny mieć kąt przyłożenia równy 33° i ujemny kąt natarcia do 10°. Toczenie przy pomocy noży profilowych jest możliwe, ale musi być wykonywane bardzo małym posuwem nie przekraczającym 0,012 - 0,025 mm. Noże profilowe mogą być krążkowe lub normalne, lecz szerokość ich nie powinna przekraczać 75% średnicy obrabianego materiału. Noże zaszlifowane są podobnie jak dla mosiądzu, z nieco większym jednak kątem przyłożenia.

Przy ręcznym posuwie podczas gwintowania można stosować ok. 3000 obr./min., zaś dla automatów 6000 obr./min. Dla gwintowania przedmiotów wykonanych z octanu celulozy należy je uprzednio pozostawić w temp. 22°C przez 24 godz.

Gwintowniki wykonane ze stali szybkotnącej azotowane lub chromowane dają dobre wyniki przy gwintowaniu materiałów uwarstwionych. Polecane są dwu lub trzyżłobkowe gwintowniki. Ujemny kąt natarcia wynoszący 5° ułatwia wykręcenie gwintownika i nie powoduje zadzioów. Gwintowniki winny być o średnicy większej o 0.05 - 0.15 mm od nominalnej średnicy gwintu, gdyż otwór kurczy się po usunięciu gwintownika. Materiały uwarstwione należy ścisnąć w imadle lub między dwoma płytami dla gwintowania otworów równoległych do warstw. Krawędzie otworu winny być sfazowane po stronie wyjścia gwintownika i podparte dociśniętą płytką.



Rys. 35. *Głowica frezarska z nakładkami ze spieczonych węglików zeszlifowana z ujemnym kątem przyłożenia 10°.*



Rys. 36. *Frezowanie krawędzi na frezarkach do drzewa.*

Otwory „pod gwintowanie" należy wykonać nieco większe niż odpowiednie otwory w metalu, zostawiając tylko około 75% na pełną głębokość gwintu. Zapobiega to odkruszaniu się wierzchołka gwintu i w rezultacie gwint jest bardziej „czysty". Przy gwintowaniu maszynowym zadawalająca jest szybkość 12 - 15 m/min. Woda jest dobrym środkiem chłodzącym i szybko wysycha. Gwinty mogą być nacinane na tokarce, lecz mają skłonność do odkruszania się i odłamywania przy materiałach uwarstwionych. Jeśli nacina się gwinty o przekroju trójkątnym, suport tokarki winien być skręcony o 30°. a nóż zaszlifowany tak, aby skrawał tylko z jednej strony.

Możliwe jest zadawalające wykonanie normalnych gwintów w przedmiotach ze związków akrylowych, jednak nie jest to polecane jeśli gwinty służą do połączeń, narażonych na obciążenie lub drganie. Gdy gwintowanie jest konieczne, lepiej jest stosować gwinty o dużym skoku, i grubej nitce. Szybkości gwintowania dla tego rodzaju materiału należy stosować o 20% niższe niż dla innych plastyków. Przy ręcznym gwintowaniu otworów do 5 mm średnicy chłodzenie jest zbyteczne, przy większych średnicach polecany jest słaby roztwór mydła. Przy gwintowaniu maszynowym należy stosować strumień tego chłodziwa.

Frezowanie (rys. 35).

Frezy z nakładkami ze spieczonych węglików zaszlifowane z małym kątem natarcia, polecane są dla materiałów uwarstwionych z wypełniaczem szklanym lub azbestowym i nadają się do wszystkich materiałów uwarstwionych. Najlepsze wyniki są osiągane przy szybkości skrawania 180 - 300 m/min. Przypuszcza się, że przy dużych szybkościach skrawania, wiór odrywa się przed krawędzią tnącą narzędzia, które działa jak klin. Krawędź tnąca nie styka się więc z wypełniaczem, a zużycie narzędzia występuje poza jego krawędzią tnącą. Przy małej szybkości materiał jest zdzierany bezpośrednio krawędzią tnącą, która musi przecinać wypełniacz (szkło) przez uderzenie. Niebezpieczeństwo rozdzielenia warstw zmniejsza się, jeżeli frez tnie w dół — w kierunku materiału.

Przy obróbce plastyków z wypełniaczem z tkaniny bawełnianej najlepsze wyniki osiągane są przy maksymalnej ilości obrotów wrzeciona frezarki, które wytrzyma frez i przy posuwie nie większym jak 50 cm/min.

Struganie.

Dla strugania plastyków z wypełniaczem szklanym, azbestowym i papierowym polecane są szybkości skrawania od 15 do 25 m/min., dla innych plastyków 20 - 28 m/min., przy posuwie ok. 0,25 - 0,40 mm/skok.

Frezowanie na frezarkach do drzewa.

Arkusze z octanu celulozy i zw. akrylowych mogą być obrabiane na obrabiarkach stosowanych do obróbki drzewa. Frezowanie prostokątnych kanałów lub profilowanie wg. szablonu najlepiej jest wykonywać przy użyciu freza o 6 do 10 ostrzach i szybkości skrawania około 2000 m/min. Frezy o średnicy 20 do 125 mm były używane do obróbki tego rodzaju plastyków i skrawały z szybkością od 600 do 1500 m/min., zależnie od szerokości i głębokości skrawania. ilości ostrzy, rodzaju skrawania i chłodzenia, oraz sposobu usuwania wiórów.

Frezy winny być szlifowane z kątem przyłożenia 10 - 15° i kątem natarcia 0 - 10°. Dla rowków lub „fug" czoło freza powinno mieć zęby o krawędziach. leżących na powierzchni lekko wklęsłego stożka, aby zapobiec zadzieraniu i zagrzewaniu się materiału.

Naroża zębów freza winny być zaokrąglone, jeśli to jest możliwe małym promieniem, celem otrzymania zaokrąglenia w narożu rowka. Stosowany posuw musi być mały, aby uniknąć grzania się materiału i pękania.

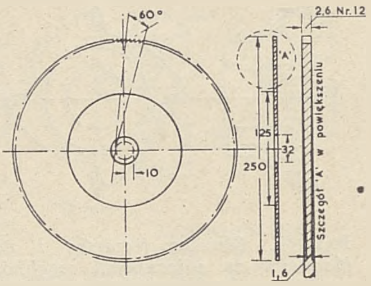
Przy wykonywaniu ,,fugi" gdy materiał prowadzony jest swą krawędzią po rolce prowadzącej, krawędź lub rolka winny być dobrze smarowane (smar gęsty), celem zapobieżenia nadmiernemu grzaniu.

Wyrównywanie obrzeża, ,,fugowanie", fazowanie krawędzi, podwójne fazowanie krawędzi może być wykonywane na frezarce do drzewa. Pierścień dystansowy winien być starannie dobrany dla frezowania. Nacisk materiału na narzędzie nie może być zbyt duży, aby nie otrzymać przegrzania materiału.- rys. 36.

Cięcie piłą.

Do cięcia plastyków uwarstwionych o wypełniaczu z tkaniny bawełnianej polecana jest stalowa piła tarczowa, o twardości 60 Rockwell'a, dwustronnie wklęsło szlifowana (rys. 37) o podziałce zębów 3,5 do 6,5 mm i szybkości obwodowej 3000 m/min. Dla cięcia zgrubnego, gdy gładkość krawędzi nie jest wymagana, można używać piły o zębach ,,rozwiedzionych". Posuw powinien być stały, ale nie wymuszony dużym naciskiem. Piłki o rozwiedzionych zębach nie są polecane do cięcia materiałów o wypełniaczu z papieru.

Rury małych średnic mogą być przecinane piłką, grubościenne rury, średnicy powyżej 20 mm, winny być obracane dokoła swej osi cięcia, aby uniknąć jednostronnego dużego zadzioru.



Rys. 37. *Piła tarczowa do materiałów uwarstwionych.*

Plastyki o wypełniaczu szklanym lub azbestowym mogą być przecinane tarczą szlifierską. Dla materiału poniżej 25 mm grubości odpowiednia jest tarcza o średnicy 300 mm, grubości 3 mm i ziarnie 50. Dla materiałów grubszych polecana jest tarcza z węgliku krzemu o wielkości ziarna 24, średnicy ok. 350 mm, grubości 6 mm i szybkości obwodowej 60 m/sek.

Zalecane posuwy:

Grubość:	Posuw:
Do 25 mm	do 270 cm/min.
25 - 40 mm	do 120 cm/min.
40 - 60 mm	do 60 cm/min
Powyżej 60	do 24 cm/min

Podane posuwy odnoszą się do cięcia arkuszy wzdłuż. Przy cięciu arkusza wpoprzek posuw należy zmniejszyć mniejwięcej o połowę.

Do cięcia materiałów uwarstwionych nadaje się piła taśmowa do drzewa, grubości 0,8 mm, o podziałce 3,5 do 6,5 mm. Szerokość waha się od 10 do 16 mm, zależnie od promienia krzywizny, którą należy wyciąć.

Piły tarczowe dwustronnie wklęsłe, o zębach z kątem przyłożenia 40 - 50° i natarcia 0° polecane są do cięcia materiałów z octanu celulozy. Zęby piły mogą być lekko rozwiedzione ręcznie dla materiałów o grubości powyżej 12 mm, lecz nie cieńszych. Dla materiałów o grubości powyżej 12 mm daje dobre wyniki piła tarczowa o średnicy 250 - 360 i podziałce 4.5 - 6.5 mm, pędzona z szybkością 300 obr./min. Piły o podziałce zębów 3 - 4.5 mm i lekko rozwiedzione, pędzone z szybkością 2500 m/min., dają gładką krawędź przecięcia dla materiałów formowanych ze związków akrylowych. Jako wspólną zasadę można przyjąć, że im materiał jest grubszy i im większa jest średnica piły, tym większa może być podziałka zębów.

Przy użyciu piły taśmowej o drobnych zębach nierozwiedzionych otrzymuje się gładkie krawędzie przecięcia, jeśli posuw jest mały.

Grube zęby, lekko rozwiedzione, pozwalają na szybszy posuw, lecz krawędź przecięcia nie jest gładka. Przy wycinaniu wzdłuż krzywych, konieczne jest rozwiedzenie zębów, nawet przy użyciu wąskiej taśmy. Dla ciągłej ciężkiej pracy przy cięciu materiału o grubości powyżej 25 mm, polecane są taśmy o grubości ok. 0,6 mm. Dla lekkiej pracy daje dobre wyniki taśma o grubości 0,4 mm. Należy stosować szybkość taśmy od 300 do 450 m/min.

Przy grubych cięciach włączając wielokrotnie ułożone arkusze o małej grubości, woda jest dobrym środkiem chłodzącym i zmniejsza dymienie i przypalanie się krawędzi. Stosowany jest również olej, jeśli zależy na nierdzewieniu narzędzi.

Przebijanie.

Wykrojniki dla materiałów uwarstwionych są takie same, jak wykrojniki dla blach, z tym że luz między tłocznikiem a matrycą jest bardzo mały. Ponieważ materiał ugina się pod tłocznikiem (przebijakiem), należy przewidzieć naddatek w wysokości 3% grubości arkusza. Skośna krawędź cięcia daje pewną oszczędność na potrzebnej mocy do przebicia a czasami gładszą krawędź przecięcia. Nie jest to polecane dla wycinania otworów gdyż tłocznik zaczyna ciąć jedną stroną wcześniej i powoduje powstanie zadzioru. Przy wycinaniu wykrojów skośna krawędź może być wykonana jedynie na tłocz-

PODZIAŁKA I SZYBKOŚĆ PIŁY.

Materiał:	grubość w mm				grubość w mm			
	12	50	100	150	12	50	100	150
	podziałka w mm				szybkość w mtr/min.			
Azotan celulozy (bez wypełniacza)	4	6	8	12	1370	1220	1130	1000
Octano-maślan celulozy	4	6	8	12	1280	1130	1070	900
Zw. fenolowe, formowane bez wypełniacza	4	6	8	12	1400	1220	1070	900
" w arkuszach z wkładką z papieru lub tkaniny	4	6	8	12	1370	1310	1220	1070
" w arkuszach z wkładką ze szkła lub azbestu	4	6	8	12	1200	1040	850	760
" formowane z wypełniaczem z tkaniny	4	6	8	12	900	760	550	550
" form. z wypełniaczem z mączki drzewnej	4	6	8	12	1340	1100	820	760
Polistyren - bez wypełniacza	4	6	8	12	1440	1370	1280	1220
Mocznik-formaldehyd (bez wypeł.)	4	6	8	12	1440	1370	1280	1220
Melamina-formaldehyd (bez wypeł.)	4	6	8	12	1370	1310	1220	1130
Zw. winylowe - bez wypełniacza	4	6	8	12	1440	1370	1280	1220

niku. Tłocznik nie powinien posiadać zbieżności ku tyłowi, gdyż powoduje to zbyt duży luz między tłocznikiem a płytą zdzierającą, co w rezultacie prowadzi do powstawania zadzioru, przy ruchu powrotnym tłocznika. Jeśli otrzymuje się niegładkie krawędzie przy wycinaniu na wykrojniku, należy wyciąć przedmiot z nadmiarem, a następnie skalibrować na matrycy, posiadającej kąt ostrza 45°. Polecane jest wykonać krawędź tnącą takiej matrycy ze stellitu Nr. 6, przyspawanego płomieniowo do korpusu z miękkiej stali. Tłocznik do tej operacji winien być wykonany z miękkiego mosiądzu, ściśle pasować do otworu matrycy i posiadać lekko wklęsłe czoło. Skok prasy należy tak wyregulować, aby przedmioty były przepychane przez matrycę za każdym skokiem. Odpowiednią szybkością dla tej operacji jest 70 - 300 skoków/minutę, zależnie od wielkości prasy i przedmiotu.

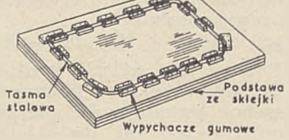
Niektóre gatunki plastyków mogą być cięte do grubości 2,5 mm. Twardsze gatunki należy podgrzać do ok. 50°C przy czym gatunki odporne na działanie temperatury mogą być podgrzewane nawet do ok. 110°C. Powyżej tego wymiaru krawędź jest często postrzępiona. Mówiąc ogólnie, plastyki uwarstwione z wypełniaczem z tkaniny nadają się lepiej do wykrawania.

Arkusze z octanu celulozy mogą być wykrawane z dokładnością ok. plus-minus 0,4 mm. Arkusze o grubości powyżej 1 mm są zwykle cięte pojedynczo, powyżej 1,5 mm wymagają podgrzania dla uzyskania gładkich krawędzi. Arkusze o grubości 1,5 - 3 mm mogą być podgrzewane przez strumień gorącego powietrza w ciągu ok. 2 minut, celem uzyskania ok. 40°C na powierzchni arkusza. Ze wzrostem grubości materiału temperatura musi być podniesiona. Dla wykrawania zewnętrznych kształtów przedmiotów o dużych wymiarach można stosować wykrojnik o krawędzi tnącej wykonanej z taśmy stalowej (rys. 38). Wystająca krawędź taśmy winna być bardzo ostra. Taśma stalowa wygięta według obrysia wykrawanego przedmiotu i umocowana w podstawie z grubej sklejki. Co pewien odstęp wzdłuż taśmy umieszcza się poduszki gumowe, które spychają wycięty przedmiot z ostrza.

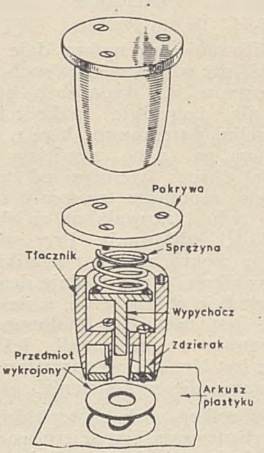
Wykrojniki tego typu są tańsze od normalnych, lecz mogą być stosowane tylko do arkuszy o grubości najwyżej ok. 4 mm. Dla grubszych arkuszy krawędź tnąca wykonana jest z płaskownika stalowego grubości ok. 8 mm i posiada mały kąt ostrza. Elementem tnącym w tym wypadku jest tłocznik, a wyrzutnik uruchamiany jest podczas powrotnego ruchu tłocznika przez zderzaki lub sprężyny (rys. 39). Przy dużych przedmiotach z materiałów termoplastycznych należy przewidzieć naddatek, wynoszący ok. 1,5 mm na skurcz przy chłodzeniu.

Cięcie nożycami.

Cienkie arkusze z plastyków uwarstwionych mogą być cięte przy pomocy ręcznych lub nożnych nożyc do blachy. Arkusze o grubości 3 - 10 mm mogą być cięte na nożycach mechanicznych — gilotynach. Luz między nożami winien wynosić 0,05 - 0,08 m. Przytrzywacz musi dobrze dociskać cięty arkusz, aby zapobiec przed poślizgiem. Dla uzyskania dobrych wyników, arkusz należy podgrzać dla tej operacji do temperatury nieco niższej niż stosowana przy przebijaniu.



Rys. 38. *Wykrojnik z taśmy stalowej.*



Rys. 39. *Wykrojnik podkładek.*

Arkusze z octanu celulozy stają się po podgrzaniu plastyczne i pod naciskiem noża uginają się nieco. Po przecięciu, ugięcie znika i jedna z krawędzi przecięcia jest wklęsła, a druga wypukła. Jest niemożliwe otrzymać gładką i prostą krawędź szczególnie, przy grubych arkuszach. Nóż gilotyny winien posiadać kąt ostrza 30°, a dalej 25°. Ostrze od strony płaskiej noża powinno mieć „łysinkę" szerokości ok. 0,05 mm, nachyloną pod małym kątem do płaskiej powierzchni, i wykonaną ręcznie przy pomocy kamienia szlifierskiego.

Nacinanie zębów kół zębatych.

Zastosowanie plastyków uwarstwionych na koła zębate stale wzrasta. Dla nacinania zębów powinno się stosować możliwie duży posuw, jednak nie na tyle duży, aby powstawały ślady cięcia na powierzchni zębów. Duży posuw zmniejsza zużycie narzędzia tnącego. Przy frezowaniu obwiedniowym nie jest konieczne stosowanie frezowania zgrubnego. Frez ślimakowy o module 6 mm może być pędzony z szybkością 200 obr/min. i posuwie 1,5 mm.

Przy struganiu obwiedniowym szybkość 120 skoków na min. przy małym posuwie jest często stosowana. Nacinane koło winno być oparte o drewnianą, lub żeliwną podkładkę, celem zapobieżenia odłupywaniu krawędzi zęba na „wyjściu" noża. Chłodzenie nie jest konieczne, jakkolwiek można stosować chłodzenie wodą, jeśli materiał nagrzewa się zbytnio. Polecane są narzędzia z nakładkami ze spieczonych węglików, szczególnie dla materiałów z wypełniaczem szklanym lub azbestowym.

Wykańczanie.

Po uformowaniu przedmiotu z plastyku są zwykle wymagane operacje wykończające celem:

1. usunięcia nadlewków i rąbka, pozostałych po operacji formowania
2. uzyskania gładkich, lub polerowanych powierzchni przedmiotu
3. doprowadzenia wymiarów przedmiotu do żądanych tolerancji, jeśli te nie mogły być utrzymane w procesie formowania.

Stosuje się tu operacje takie jak: bębnowanie, polerowanie bębnowe, polerowanie, „piłowanie", wygładzanie.

W wielu wypadkach nadlewki i rąbek mogą być usunięte bezpośrednio na maszynie formującej. Dobrym sposobem na usunięcie rąbka jest umieszczenie przedmiotu w uchwycie i odcięcie rąbka na prasie ręcznej, nożnej lub mechanicznej. Najlepsze wyniki są otrzymywane gdy rąbek obcinany jest obustronnie. Noże obcinające powinny być klinowo zbieżne, a prasa wyregulowana tak, aby w dolnym położeniu suportu odstęp między krawędziami tnącymi wynosił kilka setnych milimetra.

Bębnowanie.

Jeśli rąbek jest na krawędzi przedmiotu i grubość jego wynosi do 0,4 mm, prawie zawsze może być usunięty przez bębnowanie. Cylindryczne lub sześciokątne bębny z grubej siatki lub perferowanej blachy są najodpowiedniejsze do tego celu. W bębnach zamkniętych odłamany rąbek zostaje sproszkowany i w wypadku materiałów ze związków fenolowych przykleja się do powierzchni przedmiotu. Uformowane przedmioty powinny stygnąć co najmniej 3 godziny przed operacją bebnowania, celem uniknięcia uszkodzeń powierzchni. Bęben należy wypełnić

do 75% jego objętości, szczególnie jeśli chodzi o duże przedmioty, lub przedmioty z metalowymi wkładkami, aby uniknąć zbyt gwałtownych opadów. Jeśli przedmioty są stosunkowo lekkie, należy do bębna dodać średniej wagi obciążniki, celem przyśpieszenia operacji. Polecane szybkości bębna wahają się od 40 do 70 obr/min., zależnie od materiału i wielkości wsadu. W przeciętnych warunkach bębnowanie w ciągu 10 minut usunie rąbek z przedmiotów wykonanych z mas termo-zestalanych.

Polerowanie bębnowe.

Celem otrzymania połysku powierzchni przedmiotów, którego nie można było uzyskać w formie, można zastosować polerowanie bębnowe. Metoda ta jest zawsze stosowana dla przedmiotów małych takich, jak korki do butelek, guziki i t.d. które w inny sposób nie mogą być polerowane tanim kosztem.

Dla materiałów ze związków fenolowych i innych termo-zestalanych mas, dobrym środkiem polerującym są drewniane ćwieki szewskie, lub trociny drzewne przesycone roztworem parafiny, rozpuszczonej w gorącej terpentynie. Ćwieki lub trociny winny być bębnowane aż uzyskają dobre pokrycie parafiną. Bęben jest ładowany do 80% swej objętości, przy czym objętość przedmiotów winna być równa objętości trocin (zbyt mały wsad powoduje przegrzewanie się i niedostateczny połysk).

Czas bębnowania dla otrzymania dobrego połysku wynosi ok. 6 godzin.

Dla polerowania przedmiotów formowanych ze związków fenolowych pierwszą operacją winno być bębnowanie mokre, a bęben wypełniany tylko do połowy swej objętości. Do polerowania należy używać proszku pumeksowego w ilości 10 gr na każdy 10 litr objętości przedmiotów, oraz tyle wody, aby pokryć przedmioty w bębnie.

Przy szybkości bębna 30 obr/min. gładka matowa powierzchnia zostanie uzyskana po ok. 30 minutach. Bębnowanie suche, w sześciokątnych bębnach, obracających się z szybkością 30 obr/min. w ciągu 5 do 12 godz., pozwala na uzyskanie połysku na przedmiotach ze związków fenolowych obrabianych mechanicznie. Bębny są ładowane 3 częściami drewnianych ćwieków szewskich, dwoma częściami przedmiotów, ¼ litra proszku pumeksowego i ¼ litra lekkiego oleju. Przedmioty winny być następnie oczyszczone z pumeksu, przez bębnowanie w ciągu 5 minut — w trocinach z twardego drzewa, nasyconych naftą (1 litr nafty na 6 litrów trocin) w małych bębnach, lub beczkach przewracanych. Stosunek objętościowy przedmiotów do trocin 1 : 1 jest powszechnie stosowany. Przedmioty winny być wyjęte z trocin umyte i wysuszone, trociny mogą być użyte powtórnie.

Wykańczanie przy użyciu papieru i płótna ściernego.

Taśmowe szlifierki o taśmie pionowej z płótna ściernego są używane przy wykończeniu rur z materiału uwarstwionego. Polecane jest używanie następujących gatunków:

Obróbka zgrubna — ziarno	Nr.	50 — 70 *)
Obróbka gładka — ziarno	Nr.	160 — 180
Gładkie wykończenie — ziarno	Nr.	200 — 240

Szlifowanie tego rodzaju może być również stosowane przy planowaniu powierzchni, kształtowaniu, przygotowywaniu powierzchni do sklejania oraz do usuwania zadziorów lub ostrych krawędzi przedmiotów, wykonanych z materiałów uwarstwionych.

Szlifowanie na mokro daje lepsze wyniki niż szlifowanie na sucho i jest polecane w tych wypadkach, gdy woda nie powoduje uszkodzeń powierzchni przedmiotu. Woda, natryskiwana na taśmę, zmniejsza ciepło tarcia, chroni ścierniwo od zamulania się, zapobiega tworzeniu się lotnego pyłu i pozwala na zwiększenie szybkości szlifowania. Przy szlifowaniu na mokro, ziarno z węglika krzemu wielkości Nr. 100 daje dostatecznie gładkie wykończenie, o ile przedmiot jest następnie malowany lub pokrywany w inny sposób. Jeśli używane jest Nr. 240, wystarcza samo polerowanie dla wykończenia.

Dla wykończenia materiałów akrylowych używane jest ścierniwo o bardzo drobnym ziarnie. Najgrubszym stosowanym do tego celu ziarnem jest ziarno Nr. 320A, podczas gdy ziarno aż do Nr. 600A jest polecane. Ziarno węglika krzemu na spoiwie A jest polecane dla tego rodzaju materiału, a szlifowanie na mokro zabezpiecza przed nadmiernym nagrzewaniem się. Ręczne szlifierki o napędzie pneumatycznym lub elektrycznym stosowane są do szlifowania małych powierzchni lub pewnych miejsc dużych przedmiotów, co byłoby trudno wykonać na stałej szlifierce.

Wygładzanie przy pomocy tarcz elastycznych.

Operacja ta podobna jest do polerowania, lecz służy do usunięcia większych nierówności i uszkodzeń powierzchni. W rezultacie otrzymuje się powierzchnię matową, wymagającą jeszcze ostatecznego wykończenia.

Tarcze wykonane są z dużych i małych krążków z tkaniny. Małe krążki dystansowe, zwiększają odległość między krążkami dużymi; im większy jest stosunek ilości krążków małych do dużych, tym tarcza jest bardziej miękka. Zwykle używane są tarcze dwóch typów: Tarcza twarda — składa się z dwóch krążków dystansowych, umieszczonych między każde trzy krążki duże. Służy ona do usuwania głębokich rys i uszkodzeń powierzchni gładkich. Tarcza miękka — składa się z dwóch lub trzech krążków dystansowych na każde dwa krążki duże. Ten rodzaj używany jest do usuwania płytkich rys i drobnych uszkodzeń powierzchni.

Krążki duże nieużywanej tarczy posiadają średnicę równą ok. 300 mm, krążki dystansowe ok. 150 mm. Luźne nitki winny być usunięte z tarczy, przez dociśnięcie ostrego narzędzia.

Jako środka ściernego używa się proszku pumeksowego zmieszanego z wodą, przy czym jeśli ilość wody jest zbyt mała, może nastąpić przegrzanie. Tarcze winny być dokręcane na wrzecionie, a szerokość ich wynosi zwykle od 100 do 150 mm. Szybkość obwodowa tarczy winna wynosić od 600 — 900 m/min. przy czym górna granica polecana jest dla materiałów z azotanu celulozy i związków akrylowych. Przedmiot powinien być w ciągłym ruchu względem tarczy, celem zapewnienia odprowadzenia ciepła.

Podobna technika i urządzenia są stosowane do polerowania, z tym że szybkości są większe, zaś środki ścierne mają znacznie słabsze własności zdzierające.

Wykończenie pilnikiem.

Usuwanie grubych rąbków lub nadlewków połączone jest zwykle z wykończeniem przez piłowanie pilnikiem. Dla materiałów termo-plastycznych używane są najczęściej pilniki o grubym nacięciu, ponieważ nie zatykają się one tak szybko jak pilniki i drobnych zębach, aczkolwiek pilniki drobno nacięte muszą być używane tam, gdzie wymagane jest gładsze wykończenie. Uchwyty do piłowania winny być bardzo starannie opracowane, gdyż naprężenia wywołane uchwyceniem przedmiotu, podczas gdy ten ostatni jest stosunkowo ciepły, są bardzo niebezpieczne. W użyciu są pilniki płaskie, półokrągłe i o zębach naciętych w jednym kierunku. W tym ostatnim wypadku zęby nacięte pod kątem 45° zapewniają szybkie zdzieranie materiałów. Długie pociągnięcia pilnika, przy lekkim tylko nacisku, zapobiegają zatykaniu się pilnika i dają dobrą wydajność. Zatykanie się pilnika nie stanowi zagadnienia przy piłowaniu materiałów termo-zestalonych, ponieważ są one twarde i bardziej odporne na działanie ciepła.

Przy użyciu pilnikarki polecana jest szybkość od 150 do 200 m/min. Zwykle jednak stosowane jest piłowanie ręczne, którym można uzyskać lepsze wykończenie.

---

*) *Numery według norm amerykańskich. ziarno przechodzi.*

Polerowanie elastycznymi tarczami.

Dwutarczowe polerki używane są do wykończenia powierzchni przedmiotów uformowanych z plastyków. Jedna tarcza ma własności ścierne, druga służy do ostatecznego polerowania. Tarcze do materiałów ze związków fenolowych wykonane są zwykle z miękkiego muślinu z wieloma przekładkami, luźno zeszytymi.

Ścierniwa takie jak tripoli i róż szlifierski wiązane są przy pomocy parafiny. Dla ułatwienia nakładania ścierniwa na tarcze, odlane jest ono w pałeczki. Operacja „ścierania" stosowana jest zwykle w tym wypadku, gdy linia podziału formy pozostawiła ślad na głównej powierzchni przedmiotu i ślad podziału musi być całkowicie usunięty. Ścieranie usuwa również rysy i uszkodzenia powierzchni.

Polerowanie stosuje się celem przywrócenia połysku, utraconego podczas różnych operacji wykończających. Dla ścierania i polerowania materiałów termo-zestalanych, obwodowa szybkość tarczy winna wynosić 2000 m/min. Zbyt wielka szybkość powoduje trudności, gdyż na skutek siły odśrodkowej tarcza nie przylega do powierzchni przedmiotu, chyba że jest wywierany na przedmiot duży nacisk, co z kolei może spowodować przegrzanie. Szybkość zależy od kształtu przedmiotu; doświadczenia i próby pozwalają na jej dokładne określenie.

MECHANIZM NIEMIECKIEJ BOMBY RAKIETOWEJ — V. 2.

(W. G. A. Perring), Proceedings of The Istitution of Mechanical Engineers, Vol. 154/1946.)*

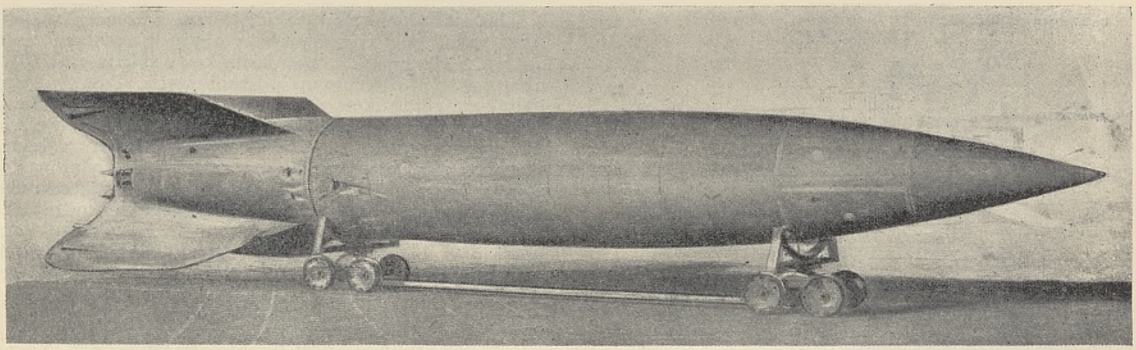
*Przełożył **) Dr. Inż. J. Kestin.*

Budowa rakiet zaprzątała od dawna umysły ludzkie. Pierwsze wzmianki o rakietach datują się sprzed 3000 lat. Starożytny świat znał rakiety; używali ich już na przykład chińczycy. W Anglii rakiety były używane jako pociski artyleryjskie z końcem osiemnastego i na początku dziewiętnastego stulecia.

Rozwój nowoczesnych rakiet rozpoczął się na serio w Niemczech około 1929 roku, gdy grupa zainteresowanych w tym przedmiocie techników i pracowników naukowych rozpoczęła doświadczenia na dość dużą skalę. Około r. 1933 na pracę tę zwrócił uwagę Departament Uzbrojenia, który przejął ich prowadzenie pod swoją opiekę. W 1937 r. zbudowano rakietową stację doświadczalną w Peenemünde nad Bałtykiem kosztem 300 milionów marek iześrodkowano w niej wszystkie badania z tej dziedziny. W tej właśnie stacji doprowadzono do zbudowania rakiety *A 4*, która później otrzymała popularną nazwę *V 2* (Vergeltungswaffe).

Rakieta *A 4* nie była pierwszą niemiecką rakietą. Poprzedziły ją *A 1*, która była małych rozmiarów i nigdy nie została wystrzelona oraz *A 2*, która miała ciężar ok. 270 kg, była wystrzelona i osiągnęła wysokość ok. 2000 m. Wyniki uzyskane z rakietą *A 2* były tak zachęcające, że ok. roku 1939 —40 rozpoczęto prace nad *A 4*. Pierwsza rakieta *A 4* wybuchła na ziemi, druga wzniosła się na wysokość paru metrów i wybuchła przedwcześnie, trzecia wniosła się na wysokość około 5000 m. i też wybuchła w powietrzu. Możliwość budowy rakiet dalekiego zasięgu została wykazana ponad wszelką wątpliwość dopiero gdy czwarta rakieta przebyła odległość 170 km. Z końcem 1942 roku Niemcy rozpoczęli produkcję rakiet tego typu na szeroką skalę i zaczęli je uważać za poważną broń.

Rys. 1 przedstawia widok ogólny rakiety *V 2;* ma ona długość 14 m, średnicę korpusu, wynoszącą 165 cm oraz średnicę zewnętrzną stateczników, wynoszącą 375 cm. Ciężar jej w chwili wystrzału wynosi 12,5 ton, z czego przeszło $\frac{2}{3}$ stanowi paliwo. Ładunek wybuchowy bomby jest rzędu 1 tony.



Rys. 1. *Niemiecka rakieta dalekiego zasięgu A 4 (V 2).*

Rys. 2 przedstawia główne zespoły konstrukcyjne rakiety. Z przodu znajduje się stożkowa komora, mieszcząca ładunek wybuchowy oraz, bezpośrednio za nią, komora z przyrządami regulującymi i wyposażeniem radiowym. W części środkowej znajdują się dwa duże zbiorniki paliwa, zaś za nimi — komora z silnikami i wreszcie komora spalania i dysza wylotowa.

Stożkowa komora z ładunkiem wybuchowym ma długość ok. 175 cm i jest wykonana z blachy ze stali miękkiej o grubości ok. $\frac{1}{4}$". Komora jest wypełniona amatolem i waży wraz z ładunkiem ok. 975 kg.

W następnej komorze która jest podzielona na cztery ćwiartki przy pomocy promieniowych ścianek działowych znajduje się pilot automatyczny wraz z przyrządami ste-

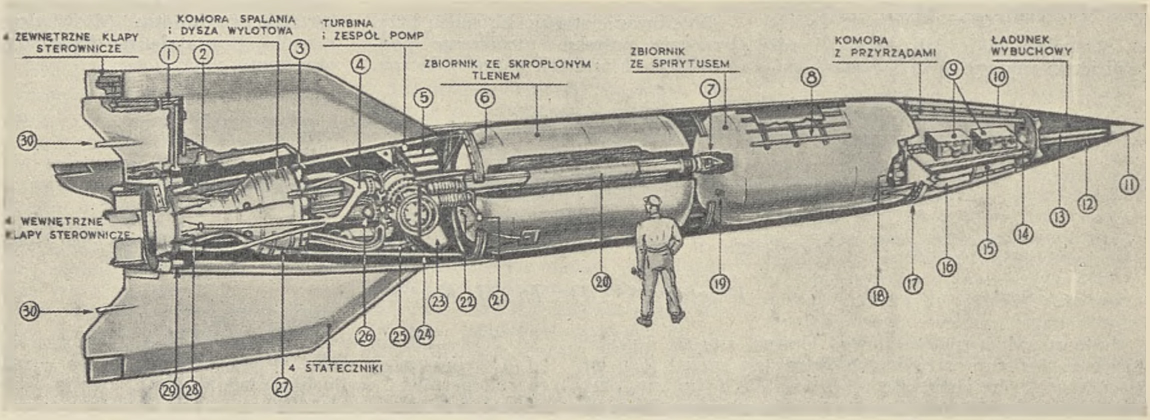
*) *Wicedyrektor „Royal Aircraft Establishment", Farnborough.*

**) *Przekład zawiera jedynie nieznaczne opuszczenia w tekście. Ilość rysunków jest również zmniejszona.*

rującymi i regulacyjnymi. W skorupie rakiety są przewidziane w tym miejscu drzwi, umożliwiające obsługę tych przyrządów, niemal do ostatniej chwili przed wystrzałem.

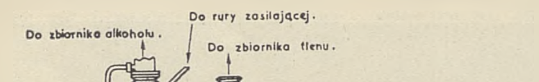
Zbiorniki paliwa mają pojemność ok. 4,25 m³ każdy. Zbiornik przedni zawiera spirytus z pewnym dodatkiem wody, zaś zbiornik tylny zawiera skroplony tlen. Odpowiednia komora środkowa ma długość ok. 6 m.

blacha nośna jest wykonana ze stali miękkiej o grubości 0,025". Dostateczną wytrzymałość rakiety uzyskano przez odpowiednie zwymiarowanie samych żeber wzmacniających blachę nośną oraz odległości pomiędzy nimi. Siła ciągu rakiety, rozwijana w komorze spalania, jest przejmowana przez mocną ramę z rur stalowych, która otacza komorę maszynową i jednocześnie stanowi oparcie dla tur-



Rys. 2. *Zespoły konstrukcyjne rakiety.*

W następnej komorze znajdują się pompy, które dostarczają paliwa ze zbiorników do komory spalania, sama komora spalania oraz dysza wylotowa.



Rys. 3. *Schemat układu pomp i wtryskiwaczy.*

Wokół dyszy wylotowej rozłożone są stateczniki od strony zewnętrznej i cztery profile od strony wewnętrznej, które służą do utrzymania rakiety w kierunku oraz — do sterowania podczas lotu. Dodatkowo na statecznikach przewidziano cztery profile sterujące, zewnętrzne.

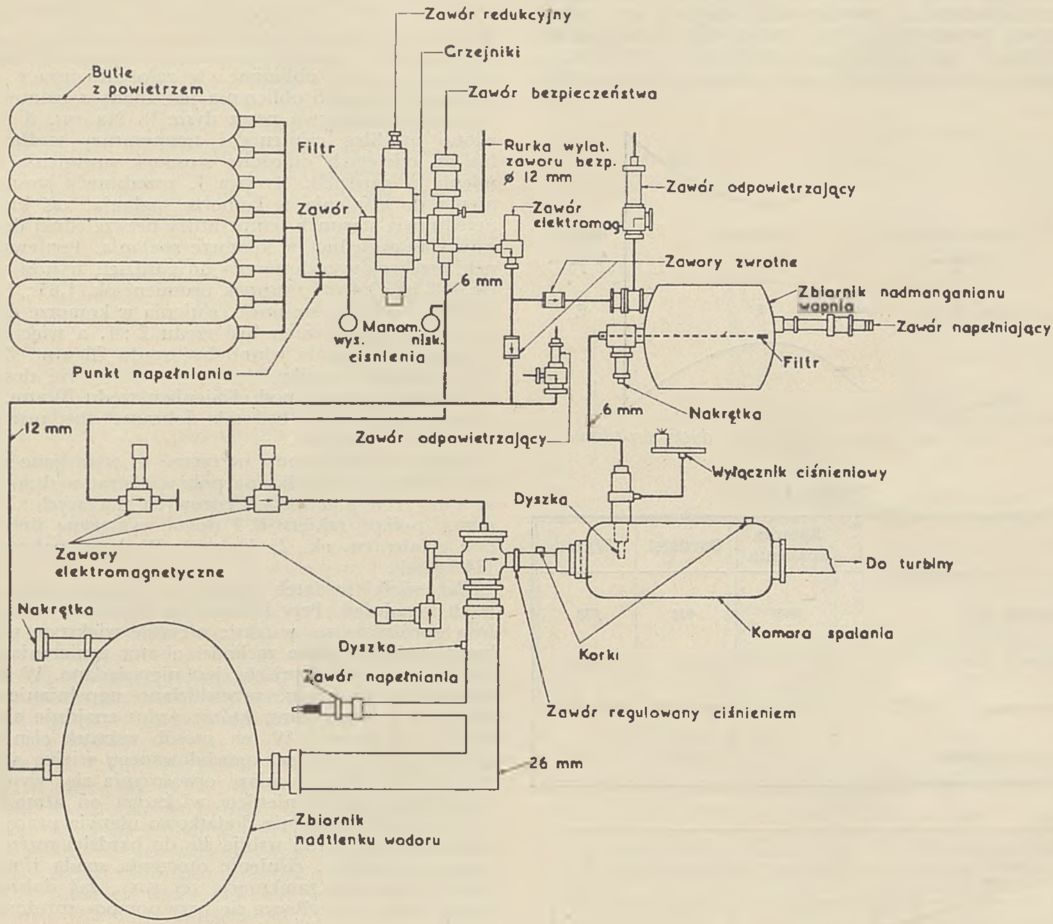
Korpus zewnętrzny rakiety jest zbudowany według zasad konstrukcyjnych, przyjętych w budowie płatowców, z użyciem żeber obwodowych i wzdłużnych. Zewnętrzna

biny i pomp. Na końcach komory maszynowej, zbiorników i komory z przyrządami przewidziano mocne ramy z kątówek, wskutek czego całą rakietę można dzielić na zespoły o nieznacznej długości w celach transportowych i montażowych.

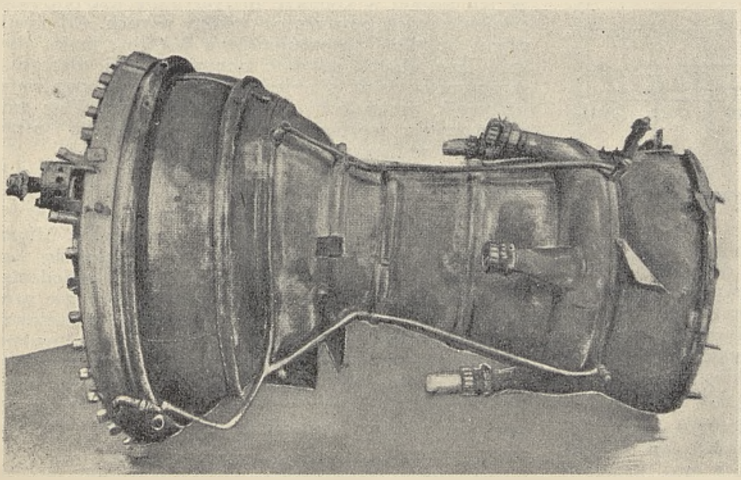
Schemat tylnej części rakiety, wraz z komorą spalania, dyszą wylotową i częścią układu pomp, przedstawiony jest na *rys. 3.* Pomocniczy układ silnikowy składa się z turbiny parowej i dwu pomp odśrodkowych. Pompy wsysają paliwo ze zbiorników i tłoczą je do komory spalania poprzez odpowiedni układ dysz zasilających. Przed wejściem do komory spalania spirytus przechodzi przez komorę pierścieniową, otaczającą tylną część dyszy wylotowej, celem podgrzania i jednoczesnego chłodzenia materiału dyszy. Z komory pierścieniowej spirytus przechodzi do zaworu zasilającego, skąd dostaje się do osiemnastu komór mieszania. Tlen przepływa przez inny układ rur do komór mieszania i jest wyrzucany poprzez mosiężne wtryskiwacze, znajdujące się w środku komór mieszania.

Bardzo intersujące jest, przedstawione schematycznie na *rys. 4,* rozwiązanie napędu mechanizmów pomocniczych. Mechanizmy są napędzane przy pomocy gazów, które wytwarza się z 80-procentowego nadtlenku wodoru (H_2O_2) i nadmanganianu wapnia w roztworze wodnym, znajdujących się w osobnych zbiornikach. Paliwa te przepompowuje się pod ciśnieniem sprężonego azotu w butlach. W komorze spalania powstaje mieszanina gazów, o temp. 420°C i ciśnieniu ok. 24 at., których głównym składnikiem jest para wodna. Para wodna służy do napędu jednostopniowej turbiny akcyjnej o częściowym zasilaniu. Turbina ta rozwija moc 500 — 600 KM przy 5000 obr min. Pompy znajdują się po obydwu stronach turbiny. Ze względu na różnice gęstości spirytusu i skroplonego tlenu wirniki pomp mają różne rozmiary, zaś konstrukcja ich jest tak dobrana, aby dostarczały spirytus i tlen do komory spalania pod jednakowym ciśnieniem.

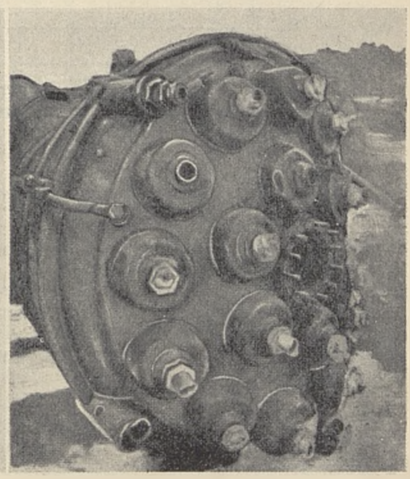
Rys. 5 przedstawia ogólny widok dyszy wylotowej. Ciekawe są tu szczegóły rozwiązania chłodzenia (por. też rys. 3). Jak już wspomniano, dysza wylotowa ma podwójne ścianki, przez które przepływa zimny spirytus, chłodząc ścianki od zewnątrz. Dodatkowo przewidziano chłodzenie powierzchniowe ścianek przy pomocy pary spirytusu, albowiem niewielkie ilości spirytusu przechodzą



Rys. 4. *Schemat napędu mechanizmów pomocniczych.*

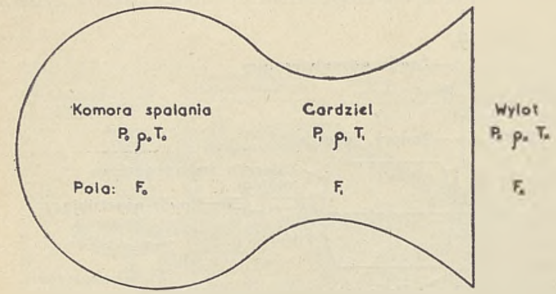


Rys. 5. *Ogólny widok dyszy wylotowej.*



Rys. 6. *Komory mieszania i palniki.*

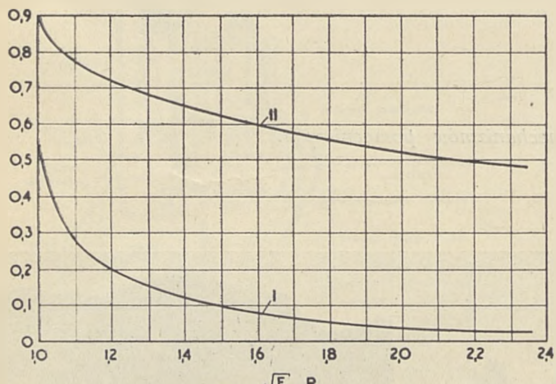
przez cienkie rurki do otworów w ścianie wewnętrznej dyszy, rozmieszczonych promieniowo. Spirytus ten paruje i pokrywa wewnętrzną ścianę dyszy cienką warstewką pary. Wskutek tego podwójnego chłodzenia, temperatura materiału dyszy utrzymuje się w dopuszczalnych granicach.



Rys. 7. *Schemat komory spalania i dyszy wylotowej.*

TABELA I.

	Komora spalania	Gardziel	Wylot
Średnica mm	948	402	735
Cisnienie kg/cm²	20,8	11,1	1,03
Temperatura °abs (°C)	3000(2727)	2670(2397)	1650(1377)
Szybkosc m/sek.	0	610	2135



$\sqrt{\frac{F}{F_1}} = \frac{R}{R_1}$

Rys. 8. *Charakterystyka dyszy wylotowej.*

Rys. 6 przedstawia komory mieszania i palniki. Środkowe przewody rurowe palników służą do zasilania skroplonym tlenem. Środkowy otwór pokrywy stanowi siedzisko zaworu rozdzielczego spirytusu. Spirytus jest wtryskiwany do komory mieszania przez 12 dyszek mosiężnych, znajdujących się w dwu rzędach na powierzchni bocznej i miesza się z tlenem, który jest wtryskiwany do osi komory przy pomocy odpowiedniego wtryskiwacza.

Kształt komory spalania i dyszy wylotowej jest przedstawiony schematycznie na *rys. 7*. Jak widać, jest to dysza z przewężeniem, w którym podczas pracy gazy wylotowe osiągają lokalną szybkość dźwięku i ciśnienie krytyczne. W części rozbieżnej gazy ulegają dalszemu rozprężeniu, zaś szybkość ich staje się naddźwiękowa. W przekroju wylotowym F/X ciśnienie gazów jest w przybliżeniu atmosferyczne. W załączonej tabelce (nr. I.) podane są wymiary dyszy oraz wartości ciśnienia, temperatury i szybkości, które zostały obliczone, w założeniu pracy idealnej i bez strat. Sposób obliczenia jest znany z jednowymiarowej teorii przepływu przez dysze *). Na *rys. 8* przedstawiono przebieg ciśnienia i temperatury wzdłuż dyszy. Na osi odciętych odłożono stosunek promienia do promienia w gardzieli. Krzywa I. przedstawia stosunek ciśnienia do ciśnienia w komorze spalania, zaś krzywa II. przedstawia stosunek temperatury bezwzględnej do temperatury bezwzględnej w komorze spalania. Ponieważ stosunek przekrojów wylotowego do gardzieli wynosi w rakiecie *V 2* ok. 3,4 zaś stosunek promieni ok. 1,85 : 1, to, jak wynika z wykresu stosunek ciśnienia w komorze do ciśnienia na wylocie winien być rzędu 2 : 1, a więc ciśnienie w komorze spalania winno być rzędu 20 atm. Z powyższych obliczeń wynika, że paliwo musi być dostarczane do komory spalania pod ciśnieniem rzędu 20 atm., zaś jego wydatek winien być tak dobrany, aby utrzymać to ciśnienie w komorze.

Pompy paliwa winny utrzymać to wymagane ciśnienie oraz stworzyć nadwyżkę na pokrycie strat w dyszach wtryskiwaczy i w przewodach rurowych tłoczących. W rzeczy samej, pompy rakiety *V 2* tłoczą wymaganą ilość paliwa pod ciśnieniem ok. 25 kg/cm². Wydatek paliwa wynosi 124 kg/sek.

Tak wielki wydatek wysuwa cały szereg bardzo ciekawych zagadnień. Przy istniejącym wydatku, zbiorniki paliwa opróżniają się w czasie niewiele większym niż 60 sekund, wskutek czego zachodzi obawa zgniecenia zbiorników paliwa co, oczywiście, jest niepożądane. W wypadku zbiorników spirytusu, przewidziano napełnianie go powietrzem poprzez rurę, której wylot znajduje się w pobliżu nosa rakiety. W ten sposób wskutek ciśnienia dynamicznego powietrza, spowodowanego wielką szybkością rakiety, zbiornik, w miarę opróżniania się, wypełnia się powietrzem pod ciśnieniem większym od atmosferycznego. Nadwyżka ciśnienia dodatkowo ułatwia pracę pompy. W miarę jak rakieta wzbija się do bardziej rozrzedzonych warstw atmosfery, ciśnienie otoczenia spada i w pewnej chwili następuje zamknięcie tej rury, zaś dalsze wypełnianie zbiornika odbywa się przy pomocy sprężonego azotu z butli.

W wypadku zbiornika ze skroplonym tlenem zagadnienie to należało rozwiązać zupełnie inaczej, gdyż wprowadzenie obcych ciał do tlenu groziłoby wybuchem. Odpowiednie ciśnienie uzyskano przez umieszczenie zaworu zwrotnego i wyzyskanie faktu, że skroplony tlen paruje. W ten sposób w komorze utrzymywane jest odpowiednie ciśnienie przed puszczeniem rakiety w ruch. Od chwili zapłonu, szybkość parowania tlenu jest zbyt mała, aby pokryć jego ubytek wskutek pompowania i dlatego część skroplonego tlenu w obiegu pompy przepuszcza się przez parownik, umieszczony na wylocie turbiny. Tlen ten, po wyparowaniu, wpływa spowrotem do zbiornika i utrzymuje w nim wymagane ciśnienie.

Warunki pracy dyszy wylotowej, jak to wynika z liczb, zamieszczonych w tabeli, są bardzo ciężkie. Szczególnie wysoka jest temperatura gazów, która spada od 3000° abs w komorze spalania do 1650° abs. na wylocie. Mimo tak wysokich temperatur, konstruktorom udało się zastosować miękką stal jako tworzywo. Dokładne oględziny szeregu dysz wykazały, że temperatura ścianek nie przekraczała 950°C, co świadczy o doskonałości zastosowanego systemu chłodzenia. Zauważono jedynie oznaki uszkodzeń, spowodowanych przez niejednakową rozszerzalność cieplną różnych elementów i nierównomierny rozkład temperatur. Z postępem czasu trudności te usuwano, przez przekonstruowanie złączy i wprowadzenie sprężynujących przewo-

*) *P. np. Stefanowski, Termodynamika techniczna, Warszawa. Schmidt, Einfürung in die technische Thermodynamik, Berlin, 1944 r., str. 225 i nast.*

dów rurowych. Zagadnieniu temu poświęcono wiele uwagi od pierwszej chwili.

Rakieta jest zaopatrzona w cztery stateczniki dużych rozmiarów. Wewnątrz dyszy przewidziano cztery profile sterujące, wykonane z grafitu. Przez obrót tych profili można wychylić strumień gazów wylotowych, wskutek czego uzyskuje się łatwe i skuteczne sterowanie rakiety.

Układ sterowniczy jest przedstawiony szkicowo na *rys. 9*. Profile grafitowe są sprzężone z płytkami sterowymi zewnętrznymi, zapewniając stateczność kierunkową. Płytki te zapobiegają również obrotowi rakiety dokoła jej osi podczas lotu, oraz zabezpieczają trzymanie się wyznaczonego toru. Druga para profilów i płytek służy do sterowania rakiety i nadania jej kierunku, nachylonego do poziomu pod kątem, wynoszącym około 45°, w celu uzyskania maksymalnego zasięgu.

Celowość użycia zewnętrznych płytek sterowych nie jest jasna. W chwili wnoszenia się, szybkość przepływu powietrza wokół nich jest mała, natomiast w chwili, gdy turbina osiąga swoje normalne obroty i strumień gazów wylotowych w dyszy osiąga maksymalny wydatek, wewnętrzne profile grafitowe stają się bardzo skuteczne i zupełnie wystarczają do zapewnienia stateczności i sterowania. W chwili gdy zapas paliwa już się dopala, rakieta znajduje się na wysokości 35 km i zewnętrzne płytki sterujące są znów nieskuteczne.

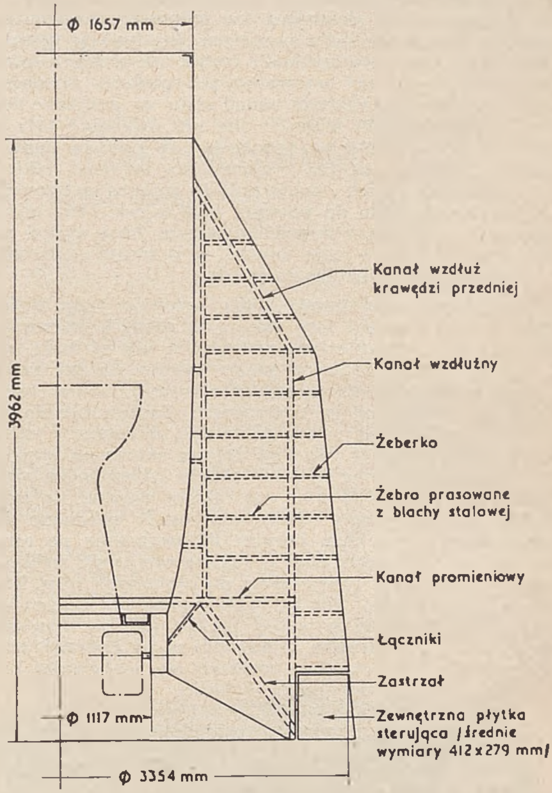
Kształt toru rakiety jest przedstawiony na rys. 10. Rakieta zaczyna wznosić się w powietrze pionowo, będąc przy tym ustawiona dyszą do dołu. W powietrzu tor jej zakrzywia się w kierunku celu. Na wysokości ok. 35 km nad powierzchnią ziemi paliwo wyczerpuje się, lub jego dopływ zostaje odcięty i rakieta dalej porusza się po krzywej, która jest w przybliżeniu parabolą. Gdy rakieta dostaje się do gęstszych warstw atmosfery, tor jej staje się coraz bardziej stromy.

Przyspieszenie rakiety wzrasta w sposób ciągły od chwili wystrzału, w miarę jak paliwo się zużywa i ciężar jej maleje aż do chwili odcięcia paliwa — t.j. w początkowej części toru. W punkcie tym szybkość osiąga maksimum, malejąc w miarę dalszego wznoszenia się rakiety. Po przejściu punktu szczytowego toru szybkość ponownie wzrasta, po czym, w gęstszych warstwach atmosfery, znów maleje. Szybkość maksymalna po odcięciu dopływu paliwa wynosi 1500 m/sek tj. ok. 5500 km/godz. Wykres zmian szybkości jest przedstawiony na rys. 10.

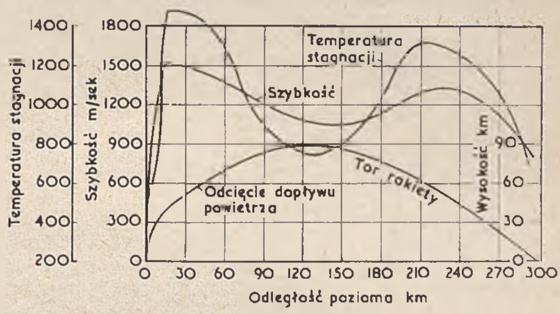
W chwili gdy rakieta odrywa się od ziemi siła ciągu, dostarczona przez dyszę wylotową, wynosi 2700 kg. Ciężar rakiety jest rzędu 12,5 ton, z czego wynika, że przyśpieszenie w chwili początkowej jest niewiele większe od *1g* a więc przyspieszenie, skierowane do góry jest równe przyspieszeniu, jakiego doznaje swobodnie spadające ciało. W miarę wyczerpywania się paliwa, przyspieszenie wzrasta. Po wyczerpaniu się zapasu paliwa ciężar rakiety wynosi około 3000 kg, zaś siła ciągu jest nieco większa, wskutek czego przyspieszenie osiąga wartość rzędu 8 - 10 g. Innymi słowy, w chwili tej korpus rakiety jest obciążony siłami, 8 - 10-krotnie większymi od ich ciężaru własnego, co w technice lotniczej nie jest uważane za wartość krytyczną.

Inny ciekawy szczegół polega na tym, że temperatura stagnacji w pobliżu punktu odcięcia paliwa, gdy szybkość rakiety jest rzędu 1500 m/sek., jest rzędu 1100°C. Temperatura blachy nośnej rakiety powinna być zbliżona do temperatury stagnacji, lecz dokładne oględziny odłamków wykazały, że materiał ścianek zewnętrznych nie osiąga temperatury wyższej od 650°C. Przypuszczać należy, że niższa temperatura ścianek jest spowodowana konwencją i, przede wszystkim — promieniowaniem ciepła. Z faktu, że jednak temperatura ścianek dosięga wartości 650°C wynika, że w sprzyjających okolicznościach rakietę można w nocy dostrzec w locie.

Istnienie tej wysokiej temperatury ścianek zewnętrznych w niewielkiej odległości od zapasu skroplonego tlenu podkreśla ważność uwzględnienia nierównomiernego rozszerzania się elementów. Zbiornik tlenu, którego temperatura jest rzędu −185°C znajduje się w bezpośrednim prawie sąsiedztwie ścianki zewnętrznej o temperaturze 650°C, i dlatego zbiornik ze skroplonym tlenem jest umieszczony w prowadnicach, które dopuszczają dylatacje osiowe.



Rys. 9. *Schemat układu sterowniczego i stateczników.*



Rys. 10. *Typowy tor rakiety.*

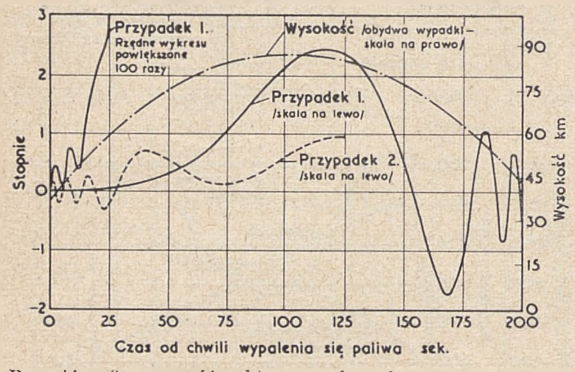
Ciężar zbiornika nie jest przenoszony przez zewnętrzną blachę nośną lecz bezpośrednio przez opisane wyżej ramy działowe, przy pomocy żeber wzdłużnych.

Konstruktorzy rakiety *V2* również zastanawiali się nad temperaturą, jaką osiąga zewnętrzna powierzchnia rakiety i przeprowadzili szereg bardzo ciekawych doświadczeń w locie. Do zewnętrznej blachy wtopiono szereg bolców ze stopów o niskiej temperaturze topnienia. Bolce te były włączone w odpowiednie obwody elektryczne, sprzężone z nadajnikami radiowymi, które wysyłały sygnały do zie

mi. W ten sposób ustalono, że maksymalna temperatura skóry rakiety wynosiła 600°C, co dokładnie się zgadza z wyżej przytoczoną opinią rzeczoznawców alianckich, którzy opierali swoje wnioski na oględzinach odłamków blach, tj. na wykrytych zmianach strukturalnych metalu i farby.

Ocena sił działających na rakietę w pobliżu szczytowego punktu toru prowadzi do bardzo ciekawych wniosków. Jak wiadomo siła działająca na jednostkę powierzchni ciała, poruszającego się w powietrzu, jest funkcją gęstości powietrza i kwadratu szybkości ruchu. W technice lotniczej przyjęto te siły wyrażać przez podanie zastępczej szybkości, jaką by należało nadać ciału na poziomie morza i z pominięciem ścisłości, aby siły działające były te same co podczas lotu na wysokości. W pobliżu punktu odcięcia paliwa, jak już wspomniano, szybkość rakiety jest rzędu 1500 m/sek., zaś w pobliżu punktu szczytowego toru szybkość spada do wartości 1100 m/sek., lecz mimo to szybkość zastępcza w pobliżu szczytu toru wynosi zaledwie 1,1 m/sek., z czego wynika, że w górnej części toru na rakietę działają bardzo małe siły.

Stwierdzenie powyższego faktu nasunęło wątpliwości, dotyczące stateczności lotu rakiety w górnych warstwach atmosfery. Z jednej strony zewnętrzne siły są małe, zaś z drugiej strony, strumień gazów wylotowych już ustał, a więc możliwości sterowania nie istnieją, wobec czego lot rakiety zależy od jej stateczności. Zachowanie się rakiety w tym zakresie wysokości zostało obliczone, a wyniki podano na rys. 11. Krzywe dotyczą okresu po wypaleniu się paliwa, a więc początek układu spółrzędnych przypada na wysokość 35 km, zaś rakieta porusza się swobodnie, bez siły ciągu. Obliczenia zostały wykonane dla dwu założeń: 1) rakieta porusza się swobodnie po torze bez obrotu wstępnego; oraz 2) rakieta otrzymuje szybkość obrotową około osi prostopadłej do płaszczyzny toru, która jest tak dobrana, aby oś rakiety pozostała styczna do toru. W pierwszym wypadku rakieta jest pozostawiona sama sobie, zaś w drugim — warunki są tak dobrane, aby, przynajmniej na początku, poruszała się, zachowując kierunek styczny do toru środka ciężkości.



Rys. 11. *Stateczność rakiety w górnych wyrstwach atmosfery. Wykres przedstawia kąt nachylenia osi rakiety do toru oraz wysokość lotu w funkcji czasu dla okresu po ustaniu działania ciągu.*

W obydwu wypadkach powstają drgania nietłumione o wzrastającej amplitudzie, aż do chwili osiągnięcia szczytowego punktu toru. W pierwszym wypadku rakieta wykonywa jedno drgnięcie w stosunku do toru zasadniczego, którego amplituda wynosi zaledwie 2½°. W obydwu wypadkach następuje tłumienie wychyleń w miarę tego, jak rakieta opada do gęstszych warstw atmosfery; amplitudy drgań maleją i ruch staje się bardziej stateczny. W żadnym okresie ruchu amplituda kątowa drgań nie jest duża, zaś ruch, mimo małej wartości sił, działających na rakietę, jest bardzo stateczny.

Godny uwagi jest rozkład ciężarów w rakiecie. Wspomniano już, że ładunek materiału wybuchowego jest rzędu 1 tony i że paliwo stanowi znaczną część ciężaru całkowitego rakiety. W rzeczy samej, ciężar paliwa, jaki można zmieścić w rakiecie określał jej zasięg. W wypadku rakiety *V 2* około 8500 kg,tj. przeszło ⅔ ciężaru całkowitego stanowi paliwo. Jest to bardzo duża wartość, szczególnie jeśli porównamy ją z odpowiednimi danymi szybkobieżnego bombowca i latającej bomby *(V 1)*.

Liczby te są zestawione w tabeli II.

TABELA II.

Porownanie rozkladu ciężarow w szybkobieznym bombowcu, bombie latającej (V 1) i bombie rakietowej (V 2)

	Bombowiec szybkobieżny	V 1	V 2
% ciężaru całkowitego			
Konstrukcja nośna	29	25	13
Silniki z urządzeniami pomocniczymi	24	8	8
Paliwo	19	19	69
Wyposazenie	13	1	2
Ciezar użyteczny	16	46	8
szybkośc km/godz.			
Start	200	320	0
Maksimum	650	550-650	5500
inne dane			
Pułap (metrow)	12000	2800	110000
Zasięg (km)	2600	280	350
Czas lotu operacyjnego	6,5 godz.	30 min	5 min
Zuzycie paliwa kg/sek	0,26	0,30	125
Zużycie paliwa kg KMh	0,34	1,95	0,73*)

*) W chwili odcięcia paliwa.

Z liczb podanych w tabeli widać, że konstruktorzy rakiety *V 2* wykazali bardzo dużo inwencji i kunsztu, ponieważ udało im się utrzymać ciężar konstrukcji nośnej w granicach 13% ciężaru całości. Ciężar konstrukcji nośnej latającej bomby *V 1*, która jest w gruncie rzeczy zwykłym płatowcem, wynosi 25%. Zespół silnikowy bombowca stanowi 24% ciężaru całości, zaś zespół silnikowy rakiety, podobnie jak i bomby latającej, stanowi zaledwie 8% ciężaru całkowitego. Z drugiej strony zapas paliwa bombowca wynosi zaledwie 19% ciężaru całkowitego, w przeciwstawieniu do rakiety *V 2*, której zapas paliwa stanowi 69% — przeszło dwie trzecie — ciężaru całkowitego. Odpowiednia liczba dla bomby latającej *V 1* — 19% — jest identyczna, jak dla bombowca. Ciężar wyposażenia pomocniczego, wynoszący aż 12% w przypadku bombowca, jest bardzo mały w przypadku *V 1* i *V 2* i wynosi zaledwie, odpowiednio, 1 i 2%. Ciężar użyteczny wnosi 16% ciężaru bombowca, lecz tylko 8% ciężaru rakiety, ponieważ w konstrukcji jej poświęcono wszystko na rzecz zapasu paliwa. W porównaniu z tymi liczbami, ciężar użyteczny bomby latającej — 46% ciężaru całkowitego — jest wynikiem doskonałym.

Następna grupa danych liczbowych porównuje szybkości. Szybkość startu bombowca wynosi 200 km/godz., wskutek czego wymagany jest długi rozbieg. Latająca bomba V 1 startuje przy szybkości jeszcze większej — 320 km/godz. i wymaga specjalnej katapulty. Rakieta *V 2*

startuje pionowo z szybkością zerową i może być wystrzelona z szosy lub małego placyku. Maksymalna szybkość bombowca, wynosząca 650 km/godz. jest tego samego rzędu, co maksymalna szybkość bomby latającej, zaś maksymalna szybkość rakiety jest prawie dziesięciokrotnie większa i wynosi 5500 km/godz.

Bardzo ciekawe są wyniki porównania danych, dotyczących zużycia paliwa. Bombowiec zużywa 0,34 kg/KMh, latająca bomba 1,95 kg/KMh, a rakieta 0,73 kg/KMh. Innymi słowy silnik bombowca jest sześć razy bardziej ekonomiczny od silnika *V 1*, lecz tylko dwukrotnie przewyższa silniki rakiety. Charkterystyka rakiety w pobliżu punktu odcięcia paliwa, a więc w punkcie, gdzie ona jest najlepsza, jak widać z powyższego, daje się porównać z charakterystyką bombowca.

Z powyższych danych wynika jedna bardzo zastanawiająca cecha rakiety. Z cytowanych wyżej danych można obliczyć moc zespołu silnikowego rakiety w pobliżu punktu odcięcia paliwa. Na tej wysokości siła ciągu, wynosząca 27000 kg na poziomie morza, wzrasta do wartości ok. 32000 kg spowodu zmniejszenia się gęstości powietrza, a ponieważ szybkość lotu jest rzędu 1500 m/sek, rozwijana moc jest rzędu 65000 KM — imponująca cyfra w zestawieniu z rozmiarami rakiety.

SKŁADANE NADWOZIE AUTOBUSU EKSPORTOWEGO

(„The Commercial Motor", August 16th, 1946.)

Streścił Cz. K., W.I.T.

Tak zwana „prefabrykacja", czyli produkcja zupełnie wykończonych zespołów, przeznaczonych do montażu po za wytwórnią, jest wynikiem obecnych warunków gospodarczych. W danym wypadku chodzi głównie o zaoszczędzenie środków transportowych, których brak daje się odczuwać, oraz o możliwe obniżenie opłat przewozowych. W tym celu „Duple Motor Ltd. Co" opracowała projekt metalowego składanego nadwozia autobusu, którego gotowe zespoły można byłoby eksportować w skrzyniach, tanio i ekonomicznie. Zastosowanie powyższych zasad, oraz doświadczenie fabryki nabyte w czasie wojny przy budowie zespołów do bombowców, zezwoliło na zrealizowanie projektu, przy zastosowaniu najnowszych urządzeń i użyciu niewykwalifikowanych robotników. Również montaż ostateczny na miejscu przeznaczenia nie przedstawia żadnych trudności i nie wymaga sił fachowych.

Specjalną cechą konstrukcji nadwozia „Almet" jest możliwość przeprowadzania na żądanie nabywcy, odnośnych zmian w rozmieszczeniu siedzeń, drzwi, przepierzeń wewnętrznych i t.p. Również takie szczegóły jak słupki konstrukcyjne i belkowania szkieletu mogą być łatwo przestawione, celem umieszczenia dowolnego wymiaru okien.

Konstrukcja ramy nadwozia i podłogi tworzy rodzaj platformy, montowanej do ramy samochodu na wspornikach gumowych, absorbujących wstrząsy podwozia. Rama podłogi jest tłoczona z segmentów z blachy stalowej. Całość jest pokryta ryflowanymi arkuszami, wykonanymi ze stopu aluminiowego odpornego na korozję. Przy stopniach, podłoga wychodzi po za linię nadwozia tworząc rodzaj trójkątnych wsporników. Podłoga jest izolowana przeciw dudnieniu filcem impregnowanym asfaltem.

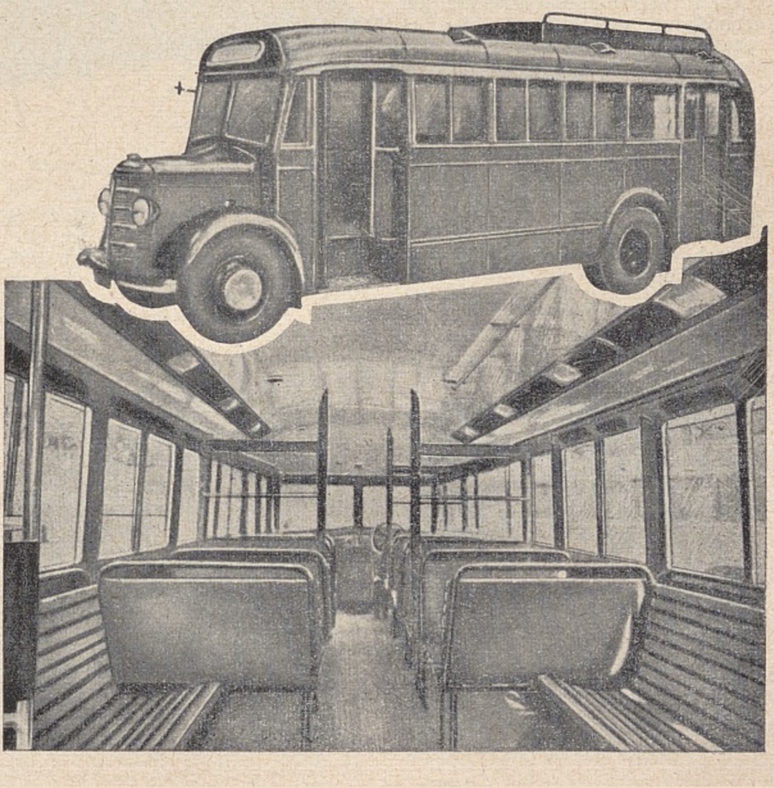
Nadwozie składa się z następujących części: dachu, tylnego płatu, przegrody kierowcy z drzwiami, płatu przedniego i boków, zaopatrzonych w drzwi, okna i wykroje na wnęki kół. Wszystkie te części złączone z podłogą tworzą kompletne nadwozie, w którym części konstrukcyjne i płaty pokrywające przenoszą większość naprężeń. Również przestawne przegrody wewnętrzne między kierowcą a poszczególnymi przedziałami służą jako dodatkowe usztywnienie nadwozia.

Stalowe wiązania szkieletu są łączone na śruby, mniejsze zaś części są nitowane lub spawane do głównych konstrukcyj.

Blachy pokrywające boki nadwozia posiadają izolację przeciwdudniącą i są wymienne, dzięki mocowaniu ich uchwytami ściągającymi. Płaty tylne i narożniki są stalowe (stal miękka 1.2 mm), płaty zewnętrzne (1.2 mm) i wewnętrzne (0.9 mm) są aluminiowe.

Wentylacja główna odbywa się przez sześć wyciągów umieszczonych po bokach dachu. Ściany zaś wewnętrzne nadwozia, celem wzmożenia wentylacji są zaopatrzone u góry w szczeliny szorokości 50 mm, regulowane klapami. Dach jest kryty podwójnie i wyłożony warstwą 50 mm izolacji przeciw słonecznej. Na dachu znajduje się platforma przeznaczona na bagaże podróżnych nośności około 250 kg.

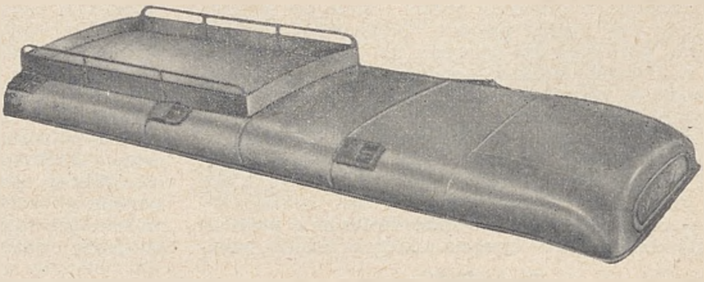
Główne zespoły nadwozia posiadają założoną instalację elektryczną, której końcówki są zaopatrzone w ta-

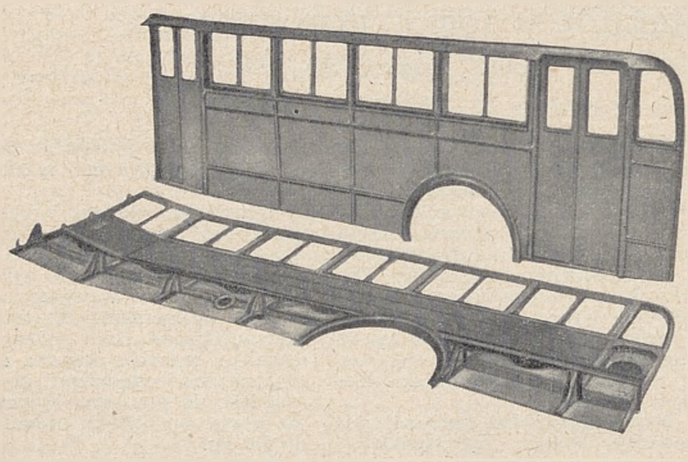


bliczki orientacyjne, celem odpowiedniego podłączenia ich do głównej tablicy rozdzielczej.

Na zewnątrz, pudło nadwozia jest objęte na wysokości podłogi ochronną listwą z profilowanej stali.

Szkielet nadwozia jest uodporniony na korozję, a wszystkie złącza—na elektrolizę, należy również zaznaczyć, że połączenia blach pokrywających

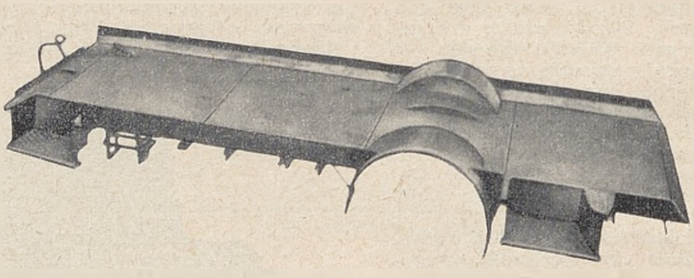




Skrzynka z nazwami docelowych stacyj jest umieszczona w przednim płacie dachu. Akumulatory umieszczone są pod podłogą w skrzyniach wyłożonych ołowiem.

Wypukłe tylne błotniki są stalowe (stal miękka 1,2 mm). Przednie, standartowe błotniki dostarczane są razem z podwoziem „Bedford" na którym są montowane nadwozia autobusowe „Almet".

Przy eksporcie, części nadwozia są podzielone na następujące grupy: podłoga, boki, przedział kierowcy (z drzwiami), płat tylny, płat przedni, dach, siedzenia, przegrody wewnętrzne, wsporniki nadwozia i t.p.,



i miejsca złączone śrubami są wodoszczelne.

Pudło nadwozia na zewnątrz jest gruntowane, wewnątrz zaś obite tłoczonym dermatoidem. Sufit jest malowany na biało farbą przeciwnikotynową.

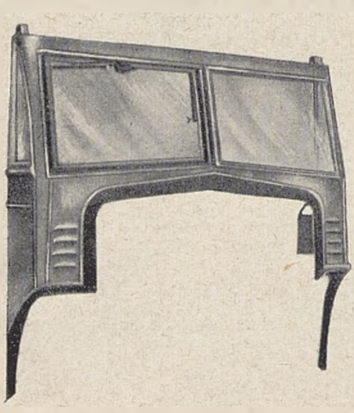
Rozmieszczenie siedzeń ma szereg wariantów względem typu standardowego, obliczonego na 28 pasażerów, t.j. 8 miejsc I. klasy i 20 — II. klasy. W klasie II. są przewidziane ławki metalowe, wsparte na ramach z rur stalowych, w I. zaś na identycznych ramach są umieszczone miękkie siedzenia i oparcia.

Oświetlenie wewnętrzne składa się z 10 lamp, umieszczonych we wnękach sufitu i zaopatrzonych w opalowe klosze z plastyku.

uchwyt koła zapasowego, zestaw narzędzi, instrukcje (montażowe i obsługi), oraz katalog części zamiennych.

Ogólna charakterystyka autobusu „Bedford" z nadwoziem „Almet".

Ilość miejsc — 28 (8 dla Europejczyków i 20 dla krajowców)
lub — 30 (tylko dla Europejczyków)
lub — 38 (tylko dla krajowców)
Całkowita długość od zderzaka do drabinki — 7,6 m
Całkowita szer. pojazdu — 2,2 m
Całkowita wys. pojazdu — 2,8 m
Wys. wnętrza nadwozia — 1,8 m
Wysokość stopni — przód — 0,38 m
— tył — 0,38 m
Szerokość przejścia między siedzeniami — 0,4 m
Rozstaw osi — 4,2 m
Ciężar pojazdu — 3,6 ton
Ogólny ciężar pojazdu (90 ltr. paliwa, kierowca, 28 pasażerów siedzących, 10 stojących i 250 kg bagażu) około — 6,4 ton





ANALIZY SPEKTROSKOPOWE

(„Mechanical Engineering"), New York, Vol. 68, Nr. 3, March 1946.)

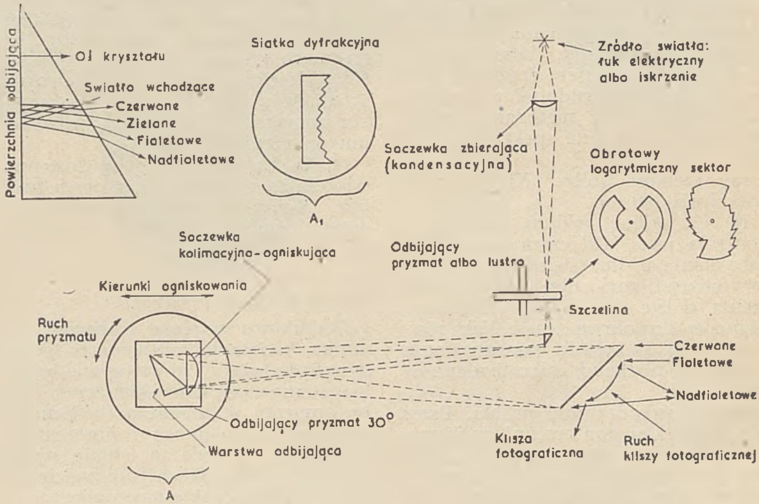
Tłumaczył J. J., W.I.T.

Do szybkich i dokładnych analiz chemicznych stopów żelaza, innych metali poza żelazem oraz niemetalicznych ciał, polecana jest metoda spektrograficzna. Przez stosowanie spektrografu, można w bardzo krótkim czasie i z wielką dokładnością otrzymywać utrwalone wyniki analiz metali i stopów lanych, kutych, walcowanych, prętów spawalniczych oraz spoiny metalu itp. Spektrograf, jako nowoczesny przyrząd w laboratorium analitycznym, obsługuje wymagania zwiększonej produkcji, dając proste i zmechanizowane metody, które mogą być powierzone przeciętnemu pracownikowi laboratorium. Spektrograficzna metoda jest obecnie stosowana w dziedzinie ceramiki, szkła, żywności, chemii organicznej i nieorganicznej, rolnictwa, górnictwa, medycyny i we wszystkich procesach metalurgicznych.

Zasady:

Podstawy spektrochemicznej analizy są oparte na zjawisku, że atomy każdego chemicznego pierwiastka zamienionego w stan lotny, za pomocą energii cieplnej czy też elektrycznej, podlegają drganiom o charakterystycznej częstotliwości. Te częstotliwości mogą być mierzone w widmie świetlnym, otrzymanym przez wprowadzenie odnośnego pierwiastka do źródła światła i następne rozłożenie tego światła przez przepuszczenie go przez pryzmat albo siatkę dyfrakcyjną. Pierwiastek czy też związek chemiczny może być rozpoznany przez porównanie widma świetlnego, jakie on wytwarza, ze standartowym widmem świetlnych pierwiastków i pospolitych związków chemicznych, spotykanych w laboratorium.

Spektrograf jest podstawowym przyrządem używanym w spektrochemicznych analizach. Łącząc podstawowe prawa fizyki, optyki i fotografii, spektrograf daje fotograficzne zdjęcia częstotliwości fal emitowanych przez atomy badanej próby. W spektrografie znajduje zastosowanie: łuk elektryczny lub iskrzenie (prąd zmienny o wysokim napięciu pomiędzy elektrodami, przypisek tłumacza), które powoduje drganie atomów badanej próbki; szczelina, która ogranicza światło do bardzo wąskiego promienia; pryzmat albo siatka dyfrakcyjna, która rozszczepia ten promień światła na poszczególne składniki; soczewka ogniskująca, której zadaniem jest skierowanie poszczególnych składników do właściwych ognisk zgodnie z długością fal i w ten sposób powstaje widmo świetlne; oraz klisza fotograficzna albo film na którym utrwala się niezmienny obraz widma świetlnego. Schematyczny szkic spektrografu Littrow'a jest uwidoczniony na rys. 1.



Schematyczny szkic spektografu typu Littrow'a.

Podczas gdy całkowite elektromagnetyczne widmo spektralne obejmuje zakres długości fal od najdłuższych kilku kilometrowych radiowych fal do najkrótszych gama promieni wielkości 10^{-12} centymetra, analiza spektrograficzna zaś obejmuje tylko bardzo małą część widma świetlnego, którego tylko część jest widzialna okiem ludzkim jako barwy. Widzialne widma świetlne tworzą fale o długości od 760 milimikronów (milionowa część milimetra), które są widoczne jako czerwone światło, do 385 milimikronów o barwie fioletowej.

Przegląd historyczny.

Spektroskopiczna metoda jest oparta na fundamentalnym okryciu Sir Issac Newton'a w 1666 r., że białe światło po przejściu przez szklany pryzmat może być rozszczepione na składniki kolorowe. W roku 1802 William Hyde Wollaston odkrył, że widmo spektralne światła słonecznego nie jest ciągłe, lecz jest przerywane czarnymi prążkami. W 1817 r. Joseph von Fraunhofer wynalazł siatkę dyfrekcyjną, za pomocą której można otrzymać (druga metoda) widmo świetlne. Umieszczając soczewkę wypukłą pomiędzy źródłem światła a siatką dyfrekcyjną, skonstruował on pierwszy spektroskop i dowiódł, że prążki widma świetlnego, tworzone przez dane źródło światła, zawsze zajmują stałe położenie odnośnie do innych prążków. W kilka lat później J. F. Herschel zrobił pierwsze systematyczne badania widma świetlnego metali. Podczas badań widma spektralnego kolorowych płomieni, a w szczególności zabarwionych solami miedzi i strontu, usiłował on przedstawić graficznie stosunkowe położenie prążków i w ten sposób stworzył podstawę do spektrograficznej analizy.

Chociaż jakościowe oznaczenia spektrograficzne zostały ugruntowane na przełomie XX wieku, to główną przeszkodą w zastosowaniu ilościowych analiz był brak dokładnych fotometrycznych metod do mierzenia intensywności odnośnych prążków widma świetlnego.

Do roku 1910 uważano, że fotometryczne pomiary są niewykonalne.

Od 1925 r. został osiągnięty niewiarygodny postęp i obecnie spektrochemiczne metody mogą współzawodniczyć z mokrymi i kolorymetrycznymi analizami.

W tym czasie zostały ustalone międzynarodowe metody pomiarów długości fal i odnośne tabele, a wprowadzenie mikrofotometru do spektrografii, pozwoliło przezwyciężyć przeszkody w ilościowych analizach.

---

*) *Na podstawie Wm. J. Poehlman, „Spectroscopy Applied to Ferrous and Nonferrous Materials", The Welding Journal, November, 1945.*

Korzyści spektrochemicznych analiz.

P. Poehlman, który jest głównym spektrografistą w A. O. Smith Corporation, Milwakue, Wis., gdzie spektrograf jest używany do zwyczajnych i badawczych analiz od 1928 r., wylicza następujące korzyści stosowania analiz spektrochemicznych:

(1) Szybkość. Czas potrzebny na wykonanie spektroskopowej analizy waha się od 8 minut do 1 godziny, zależnie od kształtu, wielkości i przygotowania próbki oraz od ilości i rodzaju oznaczeń. Przeciętnie 8 do 10 zwyczajnych analitycznych oznaczeń, może być wykonane w ciągu 1 godziny przez jednego pracownika.

(2) Dokładność. W obecnym stanie rozwoju błędy popełnione wahają się od 3 do 5%.

(3) Koszt. Analizy bieżące mogą być z łatwością wykonane przez przeciętnego pracownika laboratorium. Szesnaście metali ziem rzadkich, które przedstawiają trudność w oznaczeniu chemicznymi metodami, mogą być łatwo oznaczane spektrochemicznie.

(6) Wielkość próby. Nie potrzeba więcej niż 100 mg.

(7) Utrwalone widmo świetlne i kontrola jego. Od czasu możliwości otrzymania widma świetlnego na kliszy fotograficznej albo filmie, oznaczenia dalsze mogą być przeprowadzane w dowolnym czasie, jak również mogą służyć do porównywania z innymi płytkami, albo badane w przyszłości.

(8) Nieuszkadzalność próbki. Przez użycie płaskiej powierzchni do iskrzenia, mogą być przeprowadzone analizy przedmiotów już wykończonych bez narażenia ich na zniszczenie, bez potrzeby otrzymywania próbki w postaci wiórów. i uzyskane wszystkie oznaczenia ,oprócz węgla, fosforu i siarki.

(9) Badanie nieznanych składników i osadów. Oznaczenie takich składników jest wysoce wartościowe we wszystkich przeprowadzonych analizach, chociaż chemika interesują przede wszystkim tylko niektóre specjalnie wybrane składniki. Spektrografista zaś oprócz pożądanych i spodziewanych składników otrzymuje dodatkowo wszystkie inne, znajdujące się w danej próbce.

Wady tej metody.

(1) Analiza pewnych niemetalicznych pierwiastków takich, jak tlen, azot, chlor albo też siarka może być przeprowadzona bardziej zadawalająco innymi metodami.

(2) Niektóre analizy mogą być przeprowadzone szybciej, używając mokrych chemicznych albo kolorymetrycznych metod.

(3) Ilościowe oznaczenia pewnych składników, które występują w wysokiej zawartości, lepiej jest wykonać innymi metodami.

(4) W chwili obecnej są dostępne tylko kilka rodzai standartowych próbek. Rodzaje i typy tych próbek są ograniczone, i zwiększenie ilości ich jest procesem powolnym.

Zastosowanie w produkcji.

Dodatkowo wypada zaznaczać, że oprócz bieżących codziennych wykonywanych analiz, spektrografia może być stosowana do nieskończonej liczby oznaczeń w chemicznych i metalurgicznych badaniach i problemach produkcji. Metoda ta oddaje cenne usługi w wypadkach niespodziewanych trudności jakie mogą powstać w produkcji, jak np.:

(1) Nadmierna twardość albo też miękkość, kruchość na gorąco, niewłaściwa ciągliwość i zmiany w fizycznych własnościach.

(2) Przyczyny przyspieszonej korozji, korozji między-krystalicznej i wewnętrznych pęknięć.

(3) Określenie mieszaniny różnych rodzajów stali, stali zanieczyszczonej, wtrąceń i szczątkowych zawartości składników, jak również znalezienie przyczyn braku własności, wymaganych przez normy lub inspekcję (jak (np. badania oporności elektrycznej, magnetyczne na pęknięcia, promieniami Rentgena itp.).

Wnioski.

Zawartość szczątkowa składników i ilość wtrąceń zwiększają się stopniowo, i należy oczekiwać, że trudności z tego powodu będą rosły, gdyż zorganizowana kontrola surowców i złomu przestała istnieć z chwilą zakończenia wojny.

Zanieczyszczenie złomu stali węglowych stalami stopowymi, powoduje wielkie kłopoty. Złom niektórych gatunków stali stopowej sprzedawany jest taniej, aniżeli złom stali węglowej, co powoduje zniechęcenie do przeprowadzania właściwej segregacji złomu.

Kontrola takich pierwiastków, jak tytan, tantal, arsen, antymon, cynk, kadm, bizmut, bor, beryl, cyrkon, kobalt, kolumb, ołów, cyna, wolfram i inne, jest niezmiernie ważna, gdyż mają one wielki wpływ na spawalność. Spektrograficzne metody analityczne nadają się doskonale do tego rodzaju kontroli. Czas powojenny będzie okresem wielkiej konkurencji, wymagane będą ściślejsze tolerancje i dokładniejsze wykonanie, aniżeli jest to obecnie. Spodziewane jest, że spektrograf znajdzie bardzo szerokie zastosowanie w badaniach i w produkcji.

RYNEK SAMOCHODOWY

Zestawił inż. L. Śliwowski, W.I.T.

OSZCZĘDNY SAMOCHODZIK FRANCUSKI

(„Automotive and Aviation Idustries", 15th July, 1946)

Paryska firma „Chausson", specjalizująca się w masowych tłoczeniach z blachy, dowodzi, że przy taniej masowej produkcji cienka blacha stalowa ma przewagę nad odlewem ze stopu lekkiego.

Przykładem tego jest opracowany przez Chausson dwuosobowy samochód bezramowy i bezdrzwiowy o wadze 280 kg. Wymiary wozu: długość 3.000 mm, szerokość 1.060 mm, rozstaw osi 1.730 mm, rozstaw kół 910 mm.

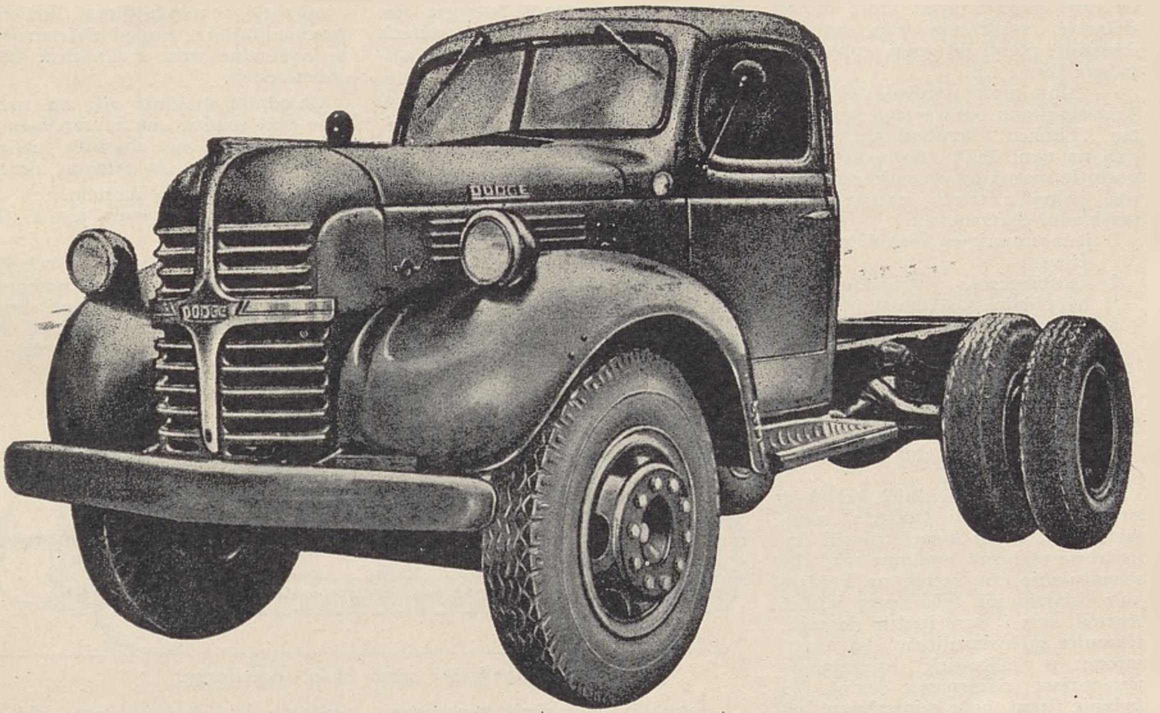
Silnik jednocylindrowy, dwusuwowy, chłodzony wodą ma pojemność skokową 350 cm³ i daje 9 KM przy 3700 obr/min. Jest on wyposażony w nowy beziglowy i bezpływakowy gaźnik (Solex). Zawieszenie, zarówno silnika jak i przeniesienia napędu, zostało specjalnie opracowane z uwagi na niemożność zrównoważenia biegu jednocylidrowego silnika. Wykonano więc osobne zawieszenie dla silnika i osobne dla reszty układu przeniesienia napędu.

Skrzynka przekładniowa posiada trzy biegi w przód i bieg wsteczny. Szybkość maksymalna ma być 75 km/godz., a zużycie paliwa 3,5 do 4 litrów na 100 km.

Nadwozie, całkowicie spawane, jest wykonane z tłoczonych blach ze skrzynkowymi przekrojami wzmacniającymi. Największym pojedynczym płatem jest tu bok-podłużnica z wnękami na koła przednie i tylne, oraz z wypukłością, stanowiącą połowę przedniego błotnika.

Tłoczone są również szczęki i tarcze hamulcowe, koła, wykonane łącznie z bębnami hamulcowymi, prawie wszystkie części niezależnego zawieszenia i t.d.

Samochodziki te nie są jeszcze w masowej produkcji, ale prototypy już ukazały się na drogach.



NOWE CIĘŻARÓWKI DODGE'A 2½ TONY i 3 TONY (Rys. 5)

(Automotive and Aviation Idunstries", August, 1946)

,,Chrysler" podaje następujące szczegóły techniczne trzech nowych typów ciężarówek ,,Dodge'a", 2½ i 3 tony, przeznaczonych do pracy w ciężkich warunkach:

	Typ WJ	Typ WK	Typ WR
Silnik:			
Ilość cylindrów	6	6	6
Moc podana	117 KM	130 KM	130 KM
Przy	3200 obr./min.	3000 obr./min.	3000 obr./min.
Średnica cylindra	95 mm	95 mm	95 mm
Skok tłoka	108 mm	127 mm	127 mm
Pojemność skokowa	4.62 ltr.	5,43 ltr..	5,43 ltr.
Stosunek sprężania	1 : 6,5	1 : 6,5	1 : 6,5
Sprzęgło:			
Średnica tarczy	305 mm	330 mm	330 mm
Powierzchnia cierna	997 cm²	1148 cm²	1148 cm²
Skrzynka przekładniowa:			
Ilość biegów wprzód	5	5	5
Oś przednia:			
Nośność podana	2000 kg	2500 kg	3175 kg
Nośność na żądanie	2500 kg	3175 kg	—
Tylny most:			
Nośność podana	6350 kg	7250 kg	8200 kg
Przekładnia 1 :			
a) zwykła pojedyncza . .	6.8 lub 7,2	6,83 lub 7.4	6.83 lub 7.8
b) dwubiegowa podwójna .	6.14 i 8.15	6.32 i 8,20	6.53 i 8,53
c) zwykła podwójna . . .	8.15	8.20	8.53
Przekładnia kierownicy			
Typ	ślimak i wycinek ślimacznicy	Momośród i podwójny palec-dźwignia	
Przekładnia	1 : 23,2	1 : 23,4 (po środku) 1 : 19,5 (po skrajach)	
Inne dane:			
Akumulator	17 płyt; 136 Amp.godz	19 płyt; 153 Amp.godz	
Opony max.	9.00—20—10	10,00—20—12	11,00—20—12
Ciężar wozu z pełnym wyposażeniem i ładunkiem . .	8165 kg	9070 kg	10450 kg

W każdym z tych trzech typów firma ,,Chrysler" daje wybór pięciu różnych rozstawów osi: 3454. 3608. 4064. 4521 i 5969 mm.

Poniżej podajemy w dużym skrócie charakterystyczne cechy konstrukcyjne tych ciężarówek:

— zawory wydechowe są chłodzone sodem i posiadają stellitowe czoła oraz stellitowe gniazda zaworowe,

— tłoki ze stopu lekkiego ,,Auto-Thermic" posiadają stalowe rozpórki, regulujące ich rozszerzalność,

— pierścienie tłokowe:

— pierwszy, górny, uszczelniający, całkowicie chromowany,

— drugi i trzeci — lekko stożkowe — spełniają zadanie uszczelniania i zbierania oleju,

-- ostatni, szeroki, wyłącznie zbierający olej.

— blok cylindrowy z żeliwa chromo-niklo-molibdenowego,

— wał korbowy ma siedem czopów głównych o powierzchni utwardzonej metodą ,,Tocco" do twardości Rc 55 do 60,

— panewki łożysk głównych i korbowodowych są typu panewek wielowarstwowych, w danym wypadku na stalowym korpusie panewki jest wylana warstwa mieszaniny miedzi z ołowiem, a na tym jako warstwa górna, stop łożyskowy cyna — ołów,

— olejenie obiegowe, z pływającą na dnie karteru ochronną przegrodą,

— skrzynka przekładniowa posia-

da dwa otwory, przez które można dołączyć urządzenia dla napędu dźwigów, pomp do opon, sprężarek, wciągników i t.p.,

— tylny most wyróżnia się tym, że zastosowano opracowaną przez firmę ,,Timken" konstrukcję, polegającą na tym, że w znormalizowanej pochwie można na życzenie zamontować jedną z trzech następujących przekładni dyferencjału:

1) jednostopniową hypoidalną-stożkową,
2) dwubiegową, dwustopniową, hypoidalną-stożkową i śrubową,
3) jednobiegową, dwustopniową, hypoidalną-stożkową i śrubową.

Nie tylko jednak całą przekładnię można wymienić na inną, lecz i niektóre części trzech różnych przekładni są między sobą zamienne.

— hamulce na przednich kołach są zwykłej konstrukcji Dodge'a, natomiast na tylnych kołach szczęki hamulcowe są luźno osadzone tak, aby wzmacnianie obu szczęk na każdym kole działało nie tylko przy jeździe wprzód, lecz i przy jeździe do tyłu. Hamulce są hydrauliczne i są wyposażone w całkowicie uszczelniony wzmacniacz (ciśnieniowe Servo). Na żądanie firma może zainstalować hamulce pneumatyczne.

— na wale napędzającym, za skrzynką przekładniową, jest wbudowany bęben hamulcowy hamulca ręcznego.

— budka kierowcy o całkowicie stalowej uszczelnionej budowie jest zamocowana elastycznie na czterech śrubach, z których trzy posiadają spiralne sprężyny amortyzujące.

— przednia szyba o kształcie V może być uchylana dla przewietrzania.

HOLENDERSKI WÓZ POPULARNY

(,,Autocar", 20th Sept., 1946)

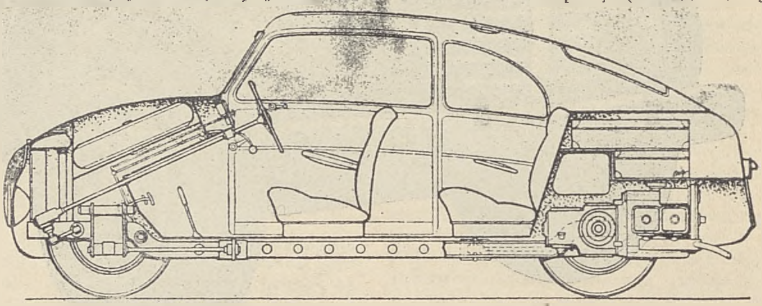
Wyrazem dążeń do taniości jest zaprojektowany przez J. Moss'a czteroosobowy lub sześcio-osobowy samochód o napędzie na tylne koła. Silnik, umieszczony jest w tyle pojazdu.

Sprzęgło, czterobiegowa skrzynka przekładniowa i napęd dyferencjału są wykonane wraz z silnikiem jako jeden zespół.

Chłodnica znajduje się na przodzie pod maską, tuż za ornamentacyjną siatką, zaś zbiornik paliwa umieszczony jest za tylnymi siedzeniami, nad tylnym mostem.

Przekładnia kierownicy jest to ślimak i ślimacznica.

Rama o przekroju U przechodzi na przodzie w przekrój skrzynkowy. Wóz jest resorowany drążkami skrętnymi, hamulce są uruchamiane hydraulicznie, a opony (5,25 × 16) są



Holendreski samochód popularny.

Czterocylindrowy silnik benzynowy o układzie poziomym, przeciwbieżnym ma pojemność skokową 1,099 cm³ (średnica cyl. 68 mm, skok tłoka 75 mm). Jest on tak wmontowany, że w pół godziny może być wyjęty i zastąpiony nowym silnikiem.

osadzone na kołach ze stopu lekkiego. Dzięki szerokiemu zastosowaniu stopów lekkich i cienkich blach stalowych, ciężar wozu wynosi nie całe 800 kg.

Produkcję podejmuje firma ,,Micro Metallum" w Hadze.

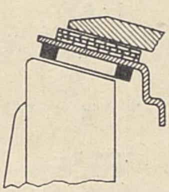
DROBIAZGI TECHNICZNE

SAMOWYRZUCAJĄCY UCHWYT WIERTNICZY

(,,Machinery", 26th July, 1946).

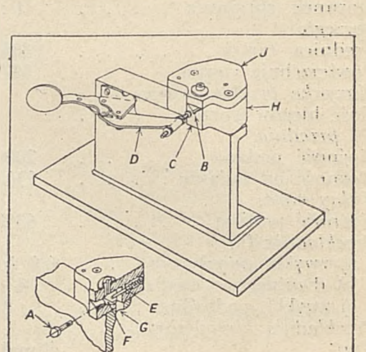
W celu zwiększenia produkcji i zmniejszenia ilości łamanych wierteł firma ,,General Electric Co." opracowała samowyrzucający uchwyt wiertniczy.

Rys. 2. pokazuje przedmiot A, w którym ma być wywiercony otwór. Przedmiot umieszcza się w uchwycie tak, aby spodnia powierzchnia główki opierała się o powierzchnię C i zaciska przy pomocy dźwigni D. Przy zluźnieniu dźwigni zaciskającej D, sworzeń E, oparty o sprężynę, wyrzuca przedmiot A. Faza F i otwór G w wycięciu ustalającym B służą do odprowadzenia wiórów. Płaskownik z przyspawaną ceówką stanowią podstawę dla bloku H i płyty wiertniczej J z tulejką.



Rys. 1. (na lewo)

Rys. 2. (na prawo)



ZGARNIACZE OLEJU W SPRZĘGŁACH

(,,S. A. E. Journal", August, 1946).

W sprzęgłach stożkowych mokrych zastosowano zgarniacze oleju, pokazane na rys. 1. Zadaniem takiego zgarniacza jest usunięcie oleju z zewnętrznego stożka sprzęgła w chwili jego włączania, co przyczynia się do łagodnego i stopniowego sprzęgania. Jeśli nie ma zgarniacza, to należy stosować bardzo duży nacisk początkowy, w celu przerwania warstwy oleju, znajdującej się między powierzchniami ciernymi, zaś po usunięciu oleju następuje nagła i duża zmiana współczynnika tarcia, co powoduje gwałtowne włączanie sprzęgła.

BIBLIOTEKA „PRZEGLĄDU MOTORYZACYJNEGO“

Ukazały się następujące tomy Biblioteki „Przeglądu Motoryzacyjnego“ :

Nr. 1 — **A Theegarten, V.D.I. i M. Geyer, V.D.I. „FREZOWANIE“** (2 wydania). Cena 4/-, wraz z przesyłką 4/6.

Nr. 2. — **„DRYKOWANIE“** (2 wydania). Cena 4/-, wraz przesyłką 4/6.

Nr. 3. — **„PRODUKCJA WYROBÓW BAKELITOWYCH“** (2 wydania). Cena 4/6, z przesyłką 5/-.

Nr. 4. — **„CHROMOWANIE“** — zastosowanie chromowania celem utrwalenia i uodpornienia na zużycie powierzchni sprawdzianów, narzędzi do skrawania, matryc, form oraz części maszyn. — Cena 4/6, z przesyłką 5/-.

Powyższe broszury są tłumaczeniem wydawnictwa
Machinery „Yellow Back Series“.

W druku są następujące tomy:

Nr. 5. — **„PRODUKCJA ODKUWEK FOREMNIKOWYCH“** — inż. Malanowski. Cena 5/-

Nr. 6a.— **„TOKARSTWO“** — część I: „Skrawanie metali nożami“ — inż. Cz. Fałkowski. Cena 5/6

W przygotowaniu są następujące dalsze tomy:

„TOKARSTWO“, część II: „Budowa tokarek“ — inż. Cz. Fałkowski.

„TOKARSTWO“, część III: „Praca na tokarce“ — inż. Cz. Fałkowski.

„KOŁA ZĘBATE“ — inż. Kornberger.

„PRASY DO PRZEROBU BLACHY“ — inż. T. Żyliński.

„WYRÓB NARZĘDZI DO OBRÓBKI METALI I DREWNA“ — inż. Obrębski.

„POMIARY WARSZTATOWE I TRASOWANIE“ — inż. M. Leuschner (tłumaczenie z niemieckiego).

„SZLIFOWANIE“ — inż. G. Bruheim (tłumaczenie z niemieckiego).

Ponadto jest w opracowaniu **„KALENDARZYK PRZEGLĄDU MOTORYZACYJNEGO“.**

Książki można zamawiać wpłacając należność na ręce Skarbnika Komitetu Redakcyjno-Wydawniczego „Przeglądu Motoryzacyjnego“, kol. S. Bissenika (Charleshill near Aberdour, Fife, Great Britain).

Printed by Wm. McLellan & Co. Ltd., 240 Hope Street, Glasgow
for Polish Motor Digest.